



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**Caracterización de los ensambles de peces, su  
relación con la heterogeneidad ambiental y la  
pesquería de langosta en Isla Contoy, Quintana  
Roo, México.**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE :**

**BIÓLOGA**

**P R E S E N T A :**

**ALEJANDRA HUITRÓN BACA**



**Tutora:**

**DRA. AURORA CLAUDIA PADILLA SOUZA**

**2006**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## Hoja de Datos del Jurado

### 1. Datos del alumno

Huitrón  
Baca  
Alejandra  
55 95 73 66  
Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Ciencias  
Biología  
094503221

### 2. Datos del tutor

Dra  
Aurora Claudia  
Padilla  
Souza

### 3. Datos del sinodal 1

Dr  
Carlos  
Robinson  
Mendoza

### 4. Datos del sinodal 2

Dra  
Guillermina  
Alcaraz  
Zubeldia

### 5. Datos del sinodal 3

M en C  
Patricia  
Fuentes  
Mata

### 6. Datos del sinodal 4

Dr  
Sergio  
López  
Mendoza

### 7. Datos del trabajo escrito

Caracterización de los ensambles de peces, su relación con la heterogeneidad ambiental y la pesquería de langosta en Isla Contoy, Quintana Roo, México.  
114 p  
2006

A. Huitrón B. 2006. *Caracterización de los ensambles de peces, su relación con la heterogeneidad ambiental y la pesquería de langosta en Isla Contoy, Quintana Roo, México.*

FACULTAD DE CIENCIAS



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

División de Estudios Profesionales

**ACT. MAURICIO AGUILAR GONZÁLEZ**  
Jefe de la División de Estudios Profesionales de la  
Facultad de Ciencias  
Presente

Por este medio hacemos de su conocimiento que hemos revisado el trabajo escrito titulado  
Caracterización de los ensambles de peces, su relación con  
la heterogeneidad ambiental y la pesquería de langosta en  
Isla Contoy, Quintana Roo, México.  
realizado por Alejandra Huitrón Bacà  
con número de cuenta 9450322-1, quien cubrió los créditos de la licenciatura en

Biología  
Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio:

Tutor  
Propietario Dra. Aurora Claudia Padilla Souza

Propietario Dr. Carlos Robinson Mendoza

Propietario Dra. Guillermina Alcaraz Zubeldia

Suplente M. en C. Patricia Fuentes Mata

Suplente Dr. Sergio López Mendoza

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"  
Ciudad Universitaria, D.F., a 30 de junio del 2006  
CONSEJO DEPARTAMENTAL DE Biología

del 2006

M. en C. Juan Manuel Rodríguez Chávez

FACULTAD DE CIENCIAS



UNIDAD DE ENSEÑANZA  
DE BIOLÓGIA

Señor sinodal: antes de firmar este documento, solicite al estudiante que le muestre la versión digital de su trabajo y verifique que la misma incluya las observaciones y correcciones que usted hizo sobre el mismo.

A. Huitrón B. 2006. *Caracterización de los ensambles de peces, su relación con la heterogeneidad ambiental y la pesquería de langosta en Isla Contoy, Quintana Roo, México.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Un especial agradecimiento al Dr. Mario Lara Pérez.Soto (q.e.p.d.) por su apoyo y asesoría.

A la Dra. Aurora Claudia Padilla Souza, mi asesora, por sus comentarios y sugerencias durante la realización de esta tesis.

Agradezco a los revisores y sinodales de ésta tesis por sus valiosas observaciones: Dr. Carlos Robinson Mendoza, Dra. Guillermina Alcaraz Zubeldia, M en C. Patricia Fuentes Mata y Dr. Sergio López Mendoza.

A todo el personal del Parque Nacional Isla Contoy, por las facilidades brindadas para el desarrollo de ésta tesis. A Mario Lara Pérez-Soto, Maricarmen, Omar, Renato, Adriana, Juan José, y Yola, gracias por todo. A Juan Caamal, Alberto, Donny, Clemente y Adán por su apoyo durante el trabajo de campo. A Panchito, a Don Pepe y especialmente a Guayas por todo su apoyo.

A todo el personal del Parque Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc, por el apoyo brindado para la realización de éste trabajo.

A Enrique Núñez y Carlos González por su gran ayuda y su tiempo. A Quetzalli Sotelo por todo su apoyo en el trabajo de campo, por los momentos que compartimos en la isla, por las porras, pero sobre todo por brindarme su amistad. A Rosa Loreto "la Ross" por su ayuda en el trabajo de campo y por brindarme su amistad.

A todo el personal del laboratorio del Dr. Huitrón del Departamento de Biología Molecular y Biotecnología, Ale Cruz, Evelyn y especialmente a Rosalbiux por todas las risas, apoyo y amistad, muchas gracias!!!.

A mis queridos amigos de la facultad: Efraín Aguirre (mil gracias efras!! siempre me has apoyado en todo), Daniel Barreto, Mauricio Castañón, Amadeo Estrada, Karla Rocherfort y Magda Sandoval, por todas las historias compartidas, por todo su apoyo y amistad.

Un especial agradecimiento a mis queridas amigas por todo el apoyo, consejos, risas, bailes y viajes, pero sobre todo porque me han brindando su amistad a través de los años. En orden alfabético: Luz María Arguelles, Dorina Basurto, Claudia Carranza, Lorena Cervantes, Rocío Miranda, Ana Procuna, Adriana Sánchez, Gabriela Silva y Ailín Tavera.

A Elo Ocariz y familia, por sus sabios consejos, por su gran apoyo y por todas las porras, muchísimas gracias!!!!. A Pablo Hernández, Lucy Climent, María Eugenia Herrera y Alejandro Juárez por todo su cariño a través de los años.

A. Huitrón B. 2006. *Caracterización de los ensambles de peces, su relación con la heterogeneidad ambiental y la pesquería de langosta en Isla Contoy, Quintana Roo, México.*

A Catherine McElroy por haber sido como una hermana, por su apoyo y amistad incondicional. A Binchas por hacerla feliz y a mi sobrino Gabriel por completar su felicidad. A toda la familia McElroy por su cariño y atenciones.

A mi Alesina por todo lo que hemos vivido, aprendido y compartido desde el kinder, por su hermandad gracias!!!. A Lourdes y Andrés por todo su cariño. A Eric por haber llegado a su vida!

A mis hermanas Lucie e Ingrid Ramírez, por haber crecido juntas, por todas las experiencias que hemos compartido, por su apoyo y amor incondicional gracias!!!. A mis queridos sobrinos Santiago, Julián, y Matias por ser un sobrino fuera de serie. A Elisabeth David (la babis) y Alejandro Ramírez (el patrish) por ser mi segunda familia, por todo su cariño muchísimas gracias!!!!

A mi abuelito Martín Vaca (q.e.p.d.), a mi abuela Gloria, a todas las tías, tíos, primas y primos de la Familia Vaca, por todo su cariño y apoyo incondicional. Un especial agradecimiento a mis tías abuelas Mela, Lupita y Martha. A Mela y Marike por todo su apoyo y por que siempre han estado ahí. A mis tíos Zoila, Martin, Gloria, Pablo, Paty, Toño, Chuy, Pepe, Norma, Memo y Fabiola, por todas las porras!!!. Un especial agradecimiento a mis primos Toño y Erika!!!

A Papi “el compañero” (q.e.p.d.), a todos las tías, tíos, primas y primos de la Familia Ladrón de Guevara, por todo su cariño. A mi abuela Carmen Ladrón de Guevara (q.e.p.d.) que tristemente no conocí.

A mi mamá, por ser una persona admirable, por su inmenso corazón, por su gran fortaleza y espíritu combativo. Le doy infinitas gracias por su comprensión, paciencia, optimismo, risas, enojos, preocupaciones; por todo su apoyo y su amor incondicional, por todo lo que me ha dado, porque siempre ha estado ahí, te adoro mami!!!!.

A mi papá, por ser una persona admirable, por creer siempre en mí, por impulsarme a seguir adelante, por todas las porras, consejos, apoyo incondicional y pero sobre todo su inmenso amor. Por todo lo que me ha dado y enseñado, gracias papi, te adoro!!!!. A Lety por brindarme todo su apoyo y cariño.

A la familia Huitrón Gómez, a mi hermano Juan Carlos por todo su amor, apoyo, consejos, pleitos y demás, por ser mi hermano, gracias!!!!. A mi cuñis Sofía por todo su apoyo, cariño y por formar con mi hermano una pareja ejemplar!! A mi sobrino adorado Mariano, que desde que llegó nos lleno de alegría, y nos enseñó su gran valor y fortaleza.

A mi querido Feli, por haber llegado a mi vida, por complementarme, por todo el apoyo, paciencia y motivación, por ser el amor de mi vida, mil gracias hermoso!!!

## Indice

<b>Resumen</b>	7
<b>1. Introducción</b>	9
<b>2. Antecedentes</b>	11
2.1. Marco teórico	11
2.1.1. Comunidades	11
2.1.2. Ensamblés de peces arrecifales	12
2.1.3. Importancia del sustrato	13
2.2. Estudios de ensambles de peces en Quintana Roo	15
2.2.1. Ensamblés de peces en Isla Contoy	16
2.3. Pesquería de langosta en Quintana Roo	17
2.3.1. Fauna de acompañamiento (FAC)	18
2.4. Análisis de resultados	19
<b>3. Área de estudio</b>	21
3.1. Climatología	23
3.2. Oceanografía	23
3.3. Ambientes marinos	24
<b>4. Objetivos</b>	25
<b>5. Método</b>	26
5.1. Caracterización de la estructura de los ensambles de peces por censo visual	26
5.1.1. Diseño de muestreo	26
5.1.2. Procesamiento de datos y análisis estadístico	29
5.2. Clasificación de los tipos de sustrato y su relación con los ensambles	31
5.2.1. Procesamiento de datos y análisis estadístico	32
5.3. Caracterización de los ensambles de peces de la FAC de la pesquería de langosta	33
5.3.1. Monitoreo de la FAC de la pesquería de langosta	33
5.3.2. Procesamiento de datos y análisis estadístico	34
5.4. Comparación de los ensambles de peces por censo visual y los ensambles de peces de la fauna de acompañamiento	35
<b>6. Resultados</b>	37
6.1. Caracterización de la estructura de los ensambles de peces por censo visual	37
6.2. Clasificación por categorías de sustrato y su relación con los ensambles	46
6.2.1. Relación entre las localidades y la heterogeneidad ambiental	52
6.3. Caracterización de los ensambles de peces de la FAC de la pesquería de langosta de las tres temporadas	53
6.3.1. Comparación de los ensambles de peces de la FAC de la pesquería de langosta de las tres temporadas	61
6.4. Comparación de los ensambles de peces por censo visual y los ensambles de peces de la fauna de acompañamiento	62
<b>7. Discusión</b>	65
<b>8. Conclusiones</b>	81
<b>9. Referencias bibliográficas</b>	83
<b>10. Anexos</b>	98

## Resumen

El presente estudio se realizó de febrero a mayo del 2000, con el fin de contribuir al conocimiento de la estructura de las comunidades o ensambles de peces del Parque Nacional Isla Contoy, así como de analizar la variación de los ensambles en función del tipo de sustrato (heterogeneidad ambiental). Por otro lado se analizó la relación entre los ensambles de peces y la pesquería de langosta que se realiza en el área de estudio.

El estudio se dividió en cuatro secciones: caracterización de la estructura de los ensambles de peces en diferentes localidades a lo largo de la isla, así como en diferentes tipos de sustrato, caracterización de los ensambles de peces de la fauna de acompañamiento (FAC) de la pesquería de langosta, y comparación de los ensambles de peces por dos métodos: censo visual y fauna de acompañamiento.

Se seleccionaron diez localidades de muestreo alrededor de la isla. Se identificaron un total de 5036 individuos, agrupados en 31 familias con 114 especies. Las cinco familias más representativas por su abundancia fueron Haemulidae, Lutjanidae, Scaridae, Labridae y Gerreidae. Las cinco especies dominantes con base en su abundancia fueron *Lutjanus griseus* (pargo mulato), *Haemulon sciurus* (chacchi), *Haemulon flavolineatum* (chacchi), *Scarus iserti* y *Anisotremus virginicus*. De las 114 especies identificadas, el 52% se registró en la localidad de Punta Sur, siendo ésta la que presentó la mayor riqueza específica y diversidad en el área de estudio. Mientras que la localidad de Punta Norte presentó la mayor densidad y abundancia. Finalmente la localidad de Laguna de Puerto Viejo destacó por presentar el mayor número de individuos y especies de peces en etapa juvenil, siendo ésta un área importante para la crianza, refugio y alimentación.

Se encontraron cinco tipos de sustrato dentro de los transectos: algas, arenal, cabezas, gorgonáceos y pastizal. De las 114 especies registradas, el 74% se ubicó en el sustrato pastizal, además de presentar la mayor riqueza específica, este sustrato presentó la mayor abundancia y diversidad. La única especie registrada en los cinco sustratos fue *Gerres cinereus*, caracterizada por sus hábitos euritópicos. Las localidades de Punta Sur, Barlovento Sur y Centro de visitantes presentaron el mayor número de tipos de sustrato, siendo el Pastizal el común denominador de todas.

Los ensambles de peces de la FAC de la temporada de pesquería de langosta 1999-2000 presentaron la mayor riqueza específica de las tres temporadas, se registró un total de 88 especies pertenecientes a 38 familias.

A. Huitrón B. 2006. *Caracterización de los ensambles de peces, su relación con la heterogeneidad ambiental y la pesquería de langosta en Isla Contoy, Quintana Roo, México.*

La temporada de pesquería de langosta 1999-2000 se utilizó para comparar los ensambles de peces obtenidos mediante censos visuales y FAC, debido a que en ella se identificó el mayor número de especies. Se encontró que el 52.3% de las especies capturadas por las redes de la pesquería de langosta, fueron observadas por los censos visuales en el área de estudio. Las especies más capturadas por las redes fueron *Holacanthus bermudensis* (pez ángel) *Lactophrys quadricornis* (torito), *Lachnolaimus maximus* (boquinete), *Paralichthys albigutta* (lenguado) y *Anisotremus virginicus* (chabelita). El grupo trófico más afectado por la pesquería de langosta es el de los bentófagos, siendo el dominante en el área de estudio según los censos visuales.

Se registraron cuatro especies dentro de la FAC, catalogadas como vulnerables en el Libro rojo de especies amenazadas de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) y son: *Hippocampus erectus* (caballito de mar), *Lachnolaimus maximus* (boquinete), *Lutjanus analis* (pargo) y *Scarus guacamaia* (loro). Por otro lado la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2000 de Protección ambiental-especies nativas de México de fauna y flora silvestre, considera a la especie *Hippocampus erectus* como sujeta a protección especial.

Los resultados de este estudio demuestran que los peces más afectados por la pesquería de langosta, son especies de poco valor comercial.

Con los datos de los ensambles por censo visual y por la FAC, se obtuvo un listado de peces muy completo para Isla Contoy, con un registro total de 164 especies pertenecientes a 52 familias.

## 1. INTRODUCCIÓN

Isla Contoy es un área natural protegida del Caribe Mexicano, este Parque Nacional pertenece a la Comisión Nacional de Areas Protegidas (CONANP). Se localiza en la parte norte del estado de Quintana Roo y constituye la parte terminal del Sistema Arrecifal Mesoamericano. Su ubicación entre los límites del mar Caribe y el Golfo de México, le confiere características muy particulares. Tiene gran importancia biológica ya que es una zona de refugio, alimentación y anidación de diversas aves marinas, así como de numerosas especies de reptiles, peces e invertebrados. Isla Contoy, al ser un Parque Nacional, constituye una zona de poca perturbación, por lo que los estudios que incrementen el conocimiento sobre las agrupaciones faunísticas y en especial de las comunidades marinas resultan ser de gran utilidad para la administración del Parque, ya que ésta información es necesaria para la realización de programas de manejo, monitoreo y conservación.

En el caso de los peces, los estudios que se han llevado a cabo en Contoy son escasos y sólo se han realizado en algunas zonas muy restringidas, por lo que la estructura de la comunidad íctica de Isla Contoy en su conjunto no se conoce.

Por lo tanto, una primer meta para cubrir ésta carencia es contribuir al conocimiento de la estructura de las comunidades de peces de Isla Contoy al describir sus parámetros comunitarios en términos de número de especies, composición específica, abundancia, distribución, densidad, diversidad, proporción de juveniles y estructura trófica, alrededor de toda la isla. Esta contribución permite obtener un listado de especies de peces muy completo para Isla Contoy.

Sin embargo es importante considerar que los peces poseen muchos otros atributos ecológicos que son interesantes analizar a un nivel comunitario, como son la preferencia por el sustrato y la territorialidad. Por lo anterior, resulta fundamental analizar las variaciones de la comunidad de peces en función del tipo de sustrato, resaltando que este factor ambiental puede tener influencia para

A. Huitrón B. 2006. *Caracterización de los ensambles de peces, su relación con la heterogeneidad ambiental y la pesquería de langosta en Isla Contoy, Quintana Roo, México.*

determinar la composición específica, diversidad, estructura trófica y/o estructura de edades de una comunidad de peces de cualquier lugar.

Por otro lado, en la zona norte de la isla se lleva a cabo la pesquería de langosta desde hace más de 20 años. El arte de pesca que se utiliza para ésta actividad consiste de redes de enmalle, siendo un método altamente destructivo, ya que una gran variedad de organismos no objetivo queda atrapada en las redes, lo que se conoce como fauna incidente o de acompañamiento. La mortalidad de organismos por ésta causa es elevada, pero pocos son los trabajos que han llevado a cabo un análisis de los organismos que forman parte de la fauna de acompañamiento y de la incidencia de peces en ella. Por esta razón es necesario contar con un análisis de la estructura de la comunidad de peces que forma parte de la fauna de acompañamiento de la pesquería de langosta en Isla Contoy, para tener noción de la especies que son afectadas por ésta actividad, lo que permitirá sugerir medidas de regulación tendientes a mitigar el daño.

Finalmente, es importante mencionar que el concepto de “ensambles”. Tal como lo propuso Lamshead *et al* (1983) para definir “el resultado de un muestreo dado de organismos de una categoría taxonómica específica encontrados en el mismo sitio”, ha sido muy poco utilizado en el trabajo sobre comunidad de peces. Sin embargo ésta definición arbitraria a menudo resulta útil debido a que es casi imposible realizar muestreos sin sesgos para registrar todos los individuos de una comunidad.

## **2. ANTECEDENTES**

La información antecedente que constituye la base para la realización de este trabajo se dividió en cuatro temas: marco teórico, estudios de peces en Quintana Roo, pesquería de langosta y análisis de resultados; se exponen a continuación.

### **2.1. Marco teórico**

En este tema se analizan los conceptos de comunidad, ensamble de peces arrecifales y tipo de sustrato, para definir en que sentido se emplean en este trabajo.

#### **2.1.1 Comunidades**

El término de comunidad ha sido definido por varios autores. Krebs (1985) la define como un grupo de poblaciones de especies en un lugar dado. Mientras que Begon *et al* (1990) la define como el conjunto de poblaciones de especies que coexisten en tiempo y espacio. Lambshead *et al* (1983) sugieren la palabra ensamble en vez de comunidad, definiendo al ensamble como resultado de un muestreo dado de organismos de una categoría taxonómica específica encontrados en un sitio definido, el cual es delimitado arbitrariamente.

La ecología de las comunidades se refiere al estudio de los patrones en la estructura y comportamiento de ensambles biológicos de diversas especies. Su prioridad es la manera en la que se distribuyen las especies en la naturaleza y como son influenciadas por las interacciones entre ellas y el ambiente físico. Para ello es importante la búsqueda de patrones ecológicos como la distribución, abundancia, composición y diversidad de las especies presentes (Begon *et al*, 1990).

El presente trabajo emplea la definición de ensamble en vez de comunidad, por ser un término que, aunque arbitrario, resulta ser más apropiado para definir al conjunto de peces que resultan de un muestreo de organismos en un sitio definido, en este caso el ensamble de peces en Isla Contoy.

### **2.1.2. Ensamblés de peces arrecifales.**

Los arrecifes coralinos constituyen comunidades muy complejas y biodiversas del medio marino (Sale, 1991), en estas se refugian, alimentan y reproducen una gran cantidad de organismos, incluyendo peces, los cuales ocupan diferentes nichos ecológicos (Loya, 1972).

Los estudios relacionados con la ecología de peces arrecifales son relativamente recientes, ya que a partir de los años setentas empezaron las revisiones acerca del tema (Sale, 1991). Los peces constituyen el elemento más conspicuo del ecosistema arrecifal, por ello generalmente son el punto central de programas de manejo y monitoreo para evaluar las condiciones de las comunidades arrecifales (Schmitt *et al*, 2002).

La mayoría de las especies de peces tienen amplias distribuciones geográficas, que reflejan la amplia distribución de los arrecifes coralinos. Algunas especies siempre están asociadas con el arrecife y alcanzan su mayor abundancia en éste hábitat, mientras que otras se extienden a diferentes hábitats y latitudes, más allá de las fronteras del arrecife. La distribución de los peces frecuentemente está correlacionada con la disponibilidad de alimento y refugio adecuado. Sin embargo también se han examinado los roles que juegan otros procesos como la dispersión, competencia y reproducción, en la determinación de los patrones de distribución (Williams, 1991).

La característica más sobresaliente de los ensambles de peces arrecifales es su diversidad, en términos de número de especies y rango de morfologías. También presentan una gran variedad de grupos alimenticios. La mayoría de los peces en la etapa larval o juvenil son planctívoros. Los peces herbívoros se reconocen por una serie de rasgos morfológicos y estructurales altamente característicos (Choat y Bellwood, 1991), mientras que los piscívoros forman un continuo componente de los sistemas arrecifales (Hixon, 1991).

Los peces arrecifales juveniles tienen una distribución similar que sus adultos coespecíficos, sin embargo se presentan en áreas más someras que los

A. Huitrón B. 2006. *Caracterización de los ensambles de peces, su relación con la heterogeneidad ambiental y la pesquería de langosta en Isla Contoy, Quintana Roo, México.*

adultos. Una ventaja de trabajar con peces en etapa juvenil es que la mayoría son conspicuos y pueden ser contados fácilmente (Sale, 1980).

El entendimiento de la naturaleza de los ensambles de peces arrecifales y de los procesos responsables son la base para el manejo de áreas naturales protegidas así como para el manejo de pesquerías (Sale, 1991).

### 2.1.3. Importancia del sustrato

En numerosos estudios como los de Luckhurst y Luckhurst (1978); De Boer (1978); Bell y Galzin, (1984); Bouchon-Navaro *et al* (1985); Roberts y Ormond (1987); Hourigan *et al* (1988); McCormick (1994); Chabanet *et al* (1997), se ha demostrado que la estructura de los ensambles de peces es dependiente de las características del hábitat o sustrato.

La complejidad estructural o heterogeneidad ambiental de un hábitat ha sido considerada como un factor importante que influye en la diversidad de las comunidades asociadas, un hábitat más complejo ofrece mayor variedad de microhábitats, por lo tanto un mayor número de especies podrá ocupar ese hábitat (Attrill *et al*, 2000). La abundancia de los peces arrecifales es mayor en los hábitats estructuralmente heterogéneos (Syms y Jones, 1998).

En la Tabla 1 se mencionan algunos de los sustratos más importantes para los ensambles de peces, que han sido identificados por diversos autores y son los más comunes en la literatura. También se menciona la manera como cada sustrato determina la estructura de los ensambles.

Tabla 1. Sustratos más comunes para los ensambles de peces.

Sustrato	Características del sustrato	Efecto sobre los ensambles de peces
Arenal	Los arenales tienen un rango amplio rango, ya que se encuentran en áreas costeras, incluyen áreas que separan zonas arrecifales de camas de pastos y sustratos arenosos de manglares (NOAA, 1998). El sustrato arenoso sin vegetación es considerado como uno de los menos productivos (Claro, 1994).	Los arenales han sido reportados como áreas de crianza para diversas especies, incluyendo a los peces (Jenkins y Wheathley, 1998). Cabe mencionar que las raíces de los manglares constituyen un elemento que puede estar asociado a sustratos arenosos y funcionan como sustrato para numerosos invertebrados que sirven de alimento para los peces (Claro, 1994).

A. Huitrón B. 2006. *Caracterización de los ensamblajes de peces, su relación con la heterogeneidad ambiental y la pesquería de langosta en Isla Contoy, Quintana Roo, México.*

Algas	Los mantos de algas marinas se localizan en aguas próximas a las costas, generalmente sobre fondos rocosos o arenosos, a profundidades que van entre los 3 y los 25 metros, dependiendo de la transparencia del agua (NOAA, 1998)..	Los fondos de algas mantienen una gran variedad de organismos incluyendo esponjas y moluscos, los cuales sirven de alimento para otras especies. Algunos peces herbívoros se alimentan de algas y epífitas (Shulman, 1985). Este sustrato puede servir como hábitat de refugio para juveniles de muchas especies de peces de importancia comercial (Jenkins y Wheathley, 1998; NOAA, 1998).
Corales duros	En este estudio sólo se resalta la importancia de los cabezos de coral que generalmente sobresalen de la superficie de los pastizales y de los fondos arenosos, y que forman hábitats propicios para algunas especies de peces (NOAA, 1998). En este estudio los cabezos de coral pertenecían a los géneros: <i>Diploria</i> y <i>Siderastrea</i> .	La diversidad de corales y la complejidad de hábitat que propician los corales son factores determinantes para la riqueza y abundancia de peces (Nanami y Nishihira, 2002). Los corales duros, como los cabezos de coral contribuyen al relieve bentónico y proporcionan gran complejidad estructural al ambiente marino. La complejidad estructural es frecuentemente considerada como una influencia positiva en la diversidad de especies de peces (Ohman y Rajasuriya, 1998).
Corales blandos (gorgonáceos)	Los corales blandos o gorgonáceos juegan un rol importante en la ecología arrecifal. Constituyen parte importante de los arrecifes y juegan un papel complejo y contribución de estructura de hábitat (NOAA, 1998).	Los gorgonáceos incrementan el relieve y generan estructura física, favorecen sitios de refugio para una gran variedad de especies, incluyendo a los peces (Syms y Jones, 2001). Es común observar a la especie <i>Hippocampus erectus</i> (caballo de mar) adherida a los corales blandos o a los pastos marinos (Lieske y Myers, 1994), sin embargo ésta especie se encuentra catalogada como sujeta a protección especial dentro de la clasificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2000 de Protección ambiental.
Esponjas	Las esponjas son organismos sésiles, la mayoría son coloniales y sus tamaños son muy diversos. Algunas pueden tener menos de un cm de grosor, mientras que otras pueden medir hasta más de 1 metro (Claro, 1994).	Una gran diversidad de especies de invertebrados (pepinos de mar, cangrejos, briozoarios, etc.) y peces viven como comensales o parásitos en el interior o exterior de las esponjas. Tienen gran importancia como sustrato ya que sirven de refugio para larvas de peces (Claro, 1994). También sirven como fuente de alimento para nudibranchios, chitones, estrellas de mar, tortugas y peces (Claro, 1994).
Pastizal	La mayor abundancia de pastos marinos se localiza en los trópicos, destacando las costas del Caribe. Es común encontrar a los pastos marinos en las lagunas arrecifales y en las aguas someras de la plataforma continental (Phillips y Meñez, 1988). En México, el pasto marino <i>Thalassia testudinum</i> es el que posee mayor distribución (Lot-Helgueras, 1977). En el Parque Nacional Isla Contoy se han identificado dos especies de pastos marinos, <i>Thalassia testudinum</i> y <i>Siringodium filiforme</i> (Lara et al, 1994). La	El rol que juegan los pastos marinos como hábitat de crianza o sitios de asentamiento intermediarios para las especies arrecifales ha sido enfatizado en diversos estudios del Caribe como son los de Ogden y Ziemann (1977), Ogden (1980), Ogden y Gladfelter (1983), Shulman (1985), Bell et al (1987) y Williams (1991). Los pastos marinos proporcionan refugio y son la fuente primaria de alimento de un gran rango de organismos, incluyendo a los peces. Están considerados como importantes áreas de crianza para larvas y juveniles de peces de importancia ecológica, comercial y recreacional. Los peces juveniles y adultos forrajean sobre los organismos y el detritus adherido a los pastos marinos. Además este hábitat constituye un área vital de alimentación para muchas especies, algunas de ellas amenazadas como es el caso de <i>Lacholaimus maximus</i> (boquinete) catalogado como vulnerable dentro de la clasificación de la Lista Roja de Especies Amenazadas del 2000 de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) para la región de México y el

---

complejidad estructural o heterogeneidad ambiental que presentan los pastos marinos ha sido tema de estudio para varios autores, entre ellos están los de Weinstein *et al* (1979); Fong (2000); Burke *et al* (2001a) y Nagelkerken *et al* (2000a, 2000b y 2000c).

---

Caribe. Los pargos *Lutjanus analis* y *Lutjanus cyanopterus* también se encuentran catalogados como vulnerables en esta clasificación; ellos utilizan este hábitat como área de crianza (Claro, 1994).

Cabe mencionar que algunas especies utilizan éste hábitat temporalmente para el apareamiento, mientras que otras depositan sus huevos sobre la superficie de las hojas de los pastos (Levin *et al*, 1997; NOAA, 1998; Hindell *et al*, 2000; CSIRO 2001, Burke *et al*, 2001a).

---

## 2.2. Estudios de ensambles de peces en Quintana Roo.

Existen diversos estudios sobre los ensambles de peces en el Caribe Mexicano:

- *Estudios sobre comunidades:* Álvarez-Guillén *et al* (1986) realizaron una prospección de peces en la zona de pastos marinos de la laguna de Puerto Morelos, registrando un total de 43 especies pertenecientes a 22 familias. Loreto-Viruel (1991) realizó un estudio sobre la organización espacial de la comunidad de peces damisela en Puerto Morelos, Quintana Roo. Burgos-Legorreta (1992) realizó otro estudio en Puerto Morelos, registrando 124 especies pertenecientes a 47 familias. Díaz-Ruíz y Aguirre-León (1993) realizaron un estudio sobre la diversidad de peces en Cozumel, registrando 165 especies pertenecientes a 49 familias. González-Salas (1998) realizó un estudio sobre los patrones espaciales del reclutamiento de los peces juveniles, registrando un total de 54 especies juveniles pertenecientes a 18 familias. Macías-Ordoñez (1994) realizó un estudio sobre la variación espacial de la comunidad de peces de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, registrando 86 especies pertenecientes a 29 familias. Nuñez-Lara (1998) realizó un estudio sobre los factores que determinan la estructura de la comunidad de peces, registrando un total de 134 especies pertenecientes a 41 familias. Estos estudios se llevaron a cabo en áreas del centro y sur del estado de Quintana Roo. Guevara-Muñoz (1998) realizó un análisis sobre la

estructura de la comunidad de los peces en el Parque Marino Chancanaab, Cozumel.

- *Estudios sobre interacciones:* Arguelles-González (1999) realizó un estudio sobre el efecto de los peces herbívoros sobre las macroalgas de la Laguna de Chankanaab, Cozumel.

### **2.2.1. Ensambls de peces en Isla Contoy**

Los estudios sobre los ensambles de peces de Isla Contoy son relativamente pocos. Morales-Delgadillo y Salinas (1988) realizaron un estudio para conocer los ensambles de peces, registrando un total de 108 especies pertenecientes a 45 familias. Sin embargo las estaciones de muestreo de este estudio sólo abarcaron la zona de sotavento de la isla, dejando incompleto el listado de especies de peces. Lara *et al* (1994) realizaron una valoración de la comunidad bentónica alrededor de la isla, sin embargo en referencia a los peces sólo mencionan 12 especies pertenecientes 8 familias. El CINVESTAV-IPN (2000) realizó un estudio que dio origen a dos tesis de licenciatura; Falfan-Vazquez (2001) que estudió el patrón estructural y la biología trófica de la familia de peces Gerreidae, y García-Hernández (2001) que estudió la distribución espacio-temporal de los peces de la laguna Pajarera Central. Las estaciones de muestreo de ambos estudios abarcaron tanto las lagunas de la isla como algunas localidades de la zona de sotavento, sin embargo en la zona de barlovento no se realizaron muestreos.

Basurto-Lozano (2001) realizó un estudio sobre la estructura de un ensamble de peces y la conducta de peces damisela territoriales en el arrecife Ixlaché, registrando un total de 70 especies pertenecientes a 23 familias. Sin embargo el arrecife Ixlaché donde se realizaron este estudio, se localiza a dos kilómetros hacia el sur de la isla.

A pesar de que se han realizado distintos estudios sobre peces en Isla Contoy, el presente es el primer trabajo dirigido a analizar la estructura de los ensambles de peces alrededor de toda la isla, en términos de riqueza específica, abundancia, densidad, distribución, estructura trófica, estructura de edades y

A. Huitrón B. 2006. *Caracterización de los ensambles de peces, su relación con la heterogeneidad ambiental y la pesquería de langosta en Isla Contoy, Quintana Roo, México.*

diversidad . Esta información biológica es necesaria para la realización de programas de manejo, monitoreo y conservación de los peces de Isla Contoy. Además resulta de vital importancia el poder evaluar las condiciones en las que se encuentran los ensambles de peces y observar los posibles cambios en su estructura a lo largo del tiempo.

### **2.3. Pesquería de langosta en Quintana Roo**

La langosta *Panulirus argus* es el crustáceo bentónico más importante en términos económicos y sociales en la Península de Yucatán (Castilla y Defeo, 2001), y está reconocido como uno de los principales recursos pesqueros de Quintana Roo (Briones y Lozano, 1992). La captura de langosta se ha realizado desde la época de los mayas y su uso estaba destinado al autoconsumo. Hasta los años sesentas es cuando se empieza a explotar este recurso comercialmente, destinando embarcaciones para tal fin (Caballero y Aldama, 1994).

El estado de Quintana Roo esta dividido en tres zonas para la pesca de langosta: norte, centro y sur. Cada una se caracteriza por el empleo de diferentes métodos y artes de pesca para la captura de éste crustáceo. En la zona norte la extracción de langosta es por métodos: redes, buceo libre, compresoras y buceo autónomo (SCUBA). En la zona central se utilizan sombras o casitas cubanas y buceo libre. En la zona sur se maneja principalmente el buceo libre (Caballero y Aldama, 1994).

El Parque Nacional Isla Contoy se localiza en la zona norte del estado de Quintana Roo, y el tipo de pesquería utilizada es de tipo artesanal, con embarcaciones menores y redes agalleras como arte de pesca. La captura de langosta se encuentra regulada por una temporada de veda que va del 1 de marzo al 31 de agosto. La época de captura definida es de septiembre a febrero, sin embargo la migración de langosta o “corrida” se da entre los meses de octubre y febrero, con máximos de noviembre a enero (SEMARNAP, 1997).

El método de pesca es el siguiente: las redes se colocan por la noche, atravesadas en contra de la corriente formando bolsos gracias a unos rizos que

A. Huitrón B. 2006. *Caracterización de los ensambles de peces, su relación con la heterogeneidad ambiental y la pesquería de langosta en Isla Contoy, Quintana Roo, México.*

van de la relinga de los flotadores a la relinga de los plomos, de ésta manera se atrapan las langostas y otros organismos.

El campamento pesquero se encuentra en la punta norte de la isla y el número de pescadores que intervienen en la temporada de captura de langosta de la isla es de casi 400 y los que utilizan el campamento en forma parcial o total son alrededor de 200 (SEMARNAP, 1997).

### **2.3.1. Fauna de acompañamiento (FAC)**

Los ensambles de peces son un elemento importante en la biodiversidad y pueden ser estimados para calcular la condición de los ecosistemas. La estructura de una comunidad puede cambiar drásticamente por presiones antropogénicas, siendo la pesca una de las más importantes. Sin embargo una presión adicional la constituyen las altas tasas de captura y desecho de peces inherentes a ciertas pesquerías de invertebrados. Las operaciones de las pesquerías frecuentemente incluyen captura incidental de especies no objetivo, las cuales son retenidas o regresadas al mar. Actualmente la pesquería de camarón presenta las tasas de desecho más altas, lo que tiene grandes consecuencias para la biodiversidad, especialmente para las especies amenazadas (Burke *et al*, 2001b).

El posible impacto que puede tener la pesquería de langosta sobre la biodiversidad de Isla Contoy ha causado cierta polémica. En las redes agalleras además de langostas se capturan una gran variedad de organismos, denominados Fauna de acompañamiento (FAC) y generalmente está constituida por crustáceos, moluscos, esponjas, equinodermos y peces.

Debido a que durante la temporada de captura de langosta las redes permanecen diariamente hasta 12 horas bajo el agua, la mayoría de los peces atrapados en éstas mueren. Algunas especies de peces que forman parte de la fauna de acompañamiento (FAC) son de importancia comercial; como los meros, boquinetes y pargos entre otros (González-Cano *et al*, 2000) éstas especies son utilizadas para autoconsumo por los pescadores y cuando capturan grandes volúmenes son llevados a Isla Mujeres para su venta. Sin embargo también se

han registrado dentro de la FAC muchas especies de peces que presentan un bajo o nulo valor comercial y que al ser capturadas por las redes son desechadas.

La remoción de peces por ésta actividad pesquera causa un efecto directo sobre los ensambles de peces, ya que involucra la pérdida de depredadores, presas, competidores o de especies indicadoras (Russ, 1991), teniendo como consecuencia un desequilibrio en los ensambles de peces. Cabe mencionar que la ruptura en el balance de los ensambles de peces puede disminuir la cobertura de coral e incrementar la abundancia de algas, causando daños considerables al ecosistema arrecifal (Ginsburg, 1999).

Los datos sobre la estructura, composición, abundancia y diversidad de los ensambles de peces de la FAC, ofrecen valiosa información para conocer como afecta ésta pesquería a los peces. Esta información es de gran importancia, ya que constituye la base para el desarrollo de nuevas medidas de manejo para la explotación de la langosta y para la protección de los ensambles de peces.

### **2.3. Análisis de resultados**

Para caracterizar una comunidad no basta con contar las especies presentes (Begon *et al*, 1990). La diversidad es un parámetro comunitario y toma en cuenta tanto la riqueza específica (número de especies presentes), como la equitabilidad (distribución del número de individuos de cada especie). Las principales aplicaciones de las medidas de la diversidad son en la conservación y en el monitoreo ambiental. Por otro lado las medidas de diversidad han permitido percatarse de los efectos adversos tanto de la contaminación como de la perturbación ambiental (Magurran, 1988).

Las medidas de la diversidad específica se dividen en: índices de riqueza específica, modelos de abundancia específica e índices basados en las abundancias proporcionales de las especies. En este estudio se utilizó el índice de Shannon-Wiener, el cual asume que los individuos son una muestra al azar en una población indefinidamente grande, por lo tanto asume que todas las

A. Huitrón B. 2006. *Caracterización de los ensambles de peces, su relación con la heterogeneidad ambiental y la pesquería de langosta en Isla Contoy, Quintana Roo, México.*

especies están representadas en la muestra. Como una medida de heterogeneidad toma en cuenta la equitabilidad de las abundancias de las especies (Magurran, 1988).

También las representaciones gráficas de la relación entre el rango de abundancia específica y la abundancia acumulada de cada especie, son de gran utilidad. Según Lamshead *et al* (1983) se pueden comparar dos o más ensambles; de manera que si las curvas se cruzan para decidir cual es el ensamble más diverso se dependerá del índice de diversidad utilizado. Mientras que si las curvas no se cruzan, la curva inferior representará el ensamble de mayor diversidad porque tiene menor dominancia y mayor número de especies (Macías-Ordóñez, 1994).

Existen análisis de varianza ANOVA paramétricos y no paramétricos. En este estudio se utilizó un ANOVA paramétrico de una vía, que analiza el efecto de un parámetro o factor de varianza sobre una variable de respuesta. Sin embargo también los hay de dos vías, que evalúan el efecto de dos parámetros. Si el ANOVA determina que hay diferencias significativas entre las medias, se pueden aplicar procedimientos de comparaciones múltiples, los cuales examinan o comparan más de un par de medias al mismo tiempo. En este estudio se empleo el método de Tukey-Kramer, que calcula sí existen diferencias significativas entre todos los posibles pares de medias para determinar cuales de ellos son los responsables causantes de la varianza.

### 3. AREA DE ESTUDIO

El Parque Nacional Isla Contoy (PNIC) se localiza en el estado de Quintana Roo, a 30 km al norte de Isla Mujeres y a 12.8 km de la costa noreste de la península de Yucatán (Figura 1). Sus coordenadas geográficas son 21°27'40" y 21°32'10" de latitud norte y 86°46'40" y 86°47'50" de longitud oeste. Cuenta con una superficie total de 238 hectáreas, de las cuales 230 corresponden a tierra firme y pequeños islotes y las 8 hectáreas restantes comprenden lagunas interiores. Su longitud total es de aproximadamente 9 km y su anchura varía de 20 metros en el extremo norte a 700 metros en la zona central. La isla no cuenta con ningún cuerpo de agua dulce, y carece de corrientes superficiales. Existen siete lagunas, algunas eventuales ya que se inundan en temporada de lluvias o con mareas altas (SEMARNAP, 1997).

Las lagunas principales de norte a sur son:

- *Laguna Norte*- está comunicada con el mar por una boca de 8 m de ancho; y con la Laguna Pajarera Norte por un canal somero y de transparencia regular.
- *Laguna Pajarera Norte*- sus aguas son profundas de color café verdoso debido a una fuerte eutroficación debida al guano de las aves que anidan en sus alrededores y de la materia orgánica que proviene de los manglares.
- *Laguna Muerta*- se encuentra en proceso de desecación y sobresale por la gran cantidad de troncos de mangle muerto, debido a la hipersalinidad que sufren sus suelos.
- *Laguna de Puerto Viejo*- presenta una gran boca y tres islotes en su interior. Las aguas son turbias en el interior debido al guano de las aves y al poco recambio del agua, pero en las cercanías de la boca son transparentes.
- *Laguna Pajarera Central*- es la más cercana a las instalaciones del PNIC (Parque Nacional Isla Contoy), posee un canal que cruza el mangle. Las aguas son relativamente claras cerca del canal, sin embargo se tornan más turbias en la parte este.

A. Huitrón B. 2006. *Caracterización de los ensamblajes de peces, su relación con la heterogeneidad ambiental y la pesquería de langosta en Isla Contoy, Quintana Roo, México.*

- *Laguna de Garzas y Pajarera sur*- éstas se localizan cerca de la Punta Sur. La primera posee aguas someras y turbias, está rodeada de manglares y roca caliza. La segunda tiene un tamaño regular, sus aguas son someras, turbias y está rodeada de manglar en su totalidad.

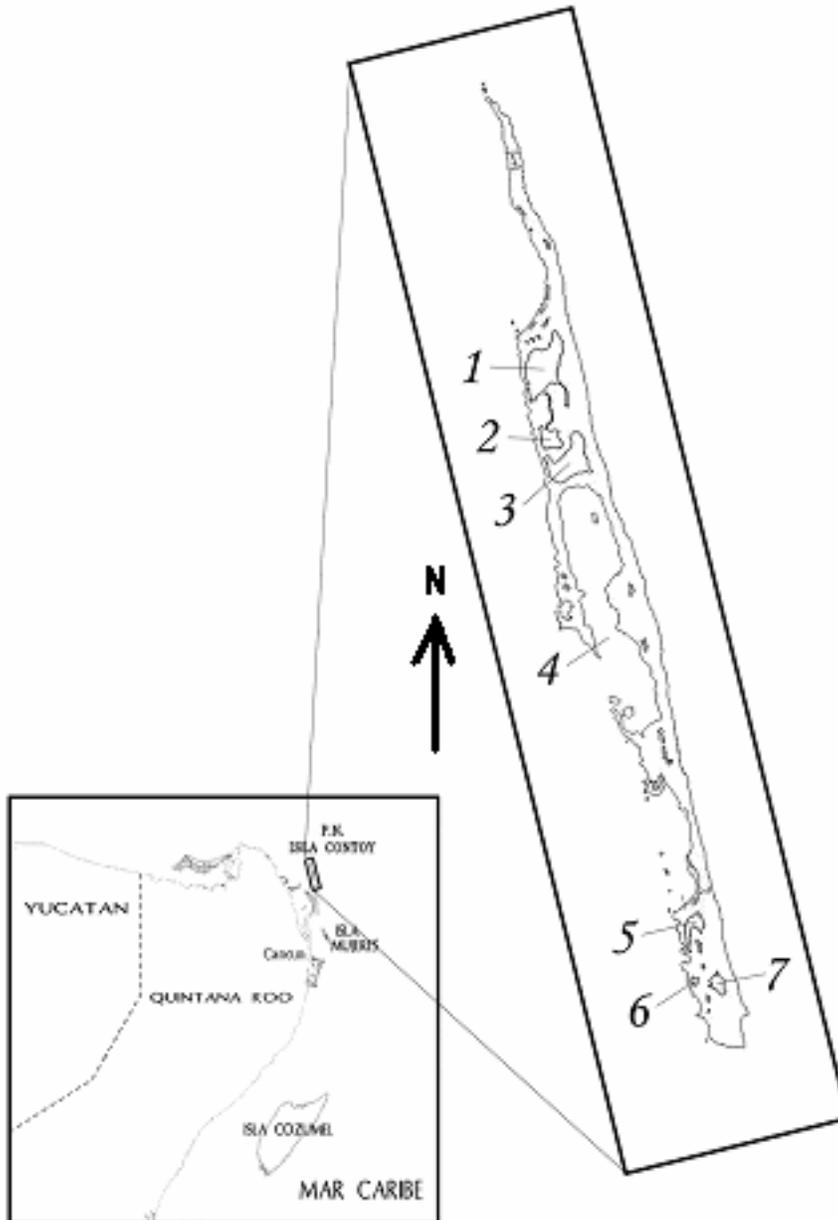


Figura 1. Mapa de localización del Parque Nacional Isla Contoy (1. Laguna Norte, 2. Laguna Pajarera Norte, 3. Laguna Norte, 4. Laguna de Puerto Viejo, 5. Laguna Pajarera Central, 6. Laguna de Garzas, 7. Laguna Pajarera Sur).

### **3.1. Climatología**

De acuerdo a la clasificación de Köppen modificada por García (1973) y por extrapolación de datos obtenidos por la estación meteorológica de Isla Mujeres, Isla Contoy presenta un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano. La temperatura media es de 27.7°C con poca variación mensual. La precipitación anual es de 980 mm. En invierno es frecuente observar fuertes vientos del norte, que acompañan a la invasión de un área de alta presión con aire muy seco que cuando se pone en contacto con las aguas tibias del Golfo de México, absorbe grandes cantidades de vapor de agua que finalmente descargan en forma de lluvia. Los nortes soplan fuertemente de uno a tres días seguidos. La temporada va desde octubre hasta abril del siguiente año. Desde junio hasta noviembre se pueden presentar huracanes, los cuales acarrearán intensas precipitaciones (SEMARNAP, 1997).

### **3.2. Oceanografía**

Los arrecifes coralinos que bordean el litoral del estado de Quintana Roo forman parte del Sistema Arrecifal Mesoamericano (SAM), que continúa hasta Honduras. Isla Contoy constituye la parte más septentrional de este sistema, y el estar entre los límites del mar Caribe y el Golfo de México le confiere características únicas. De ésta manera constituye un ecotono, ya que la influencia del ambiente físico y el tipo de sustrato hace que las comunidades bentónicas en el sur de la isla se asemejen a los sitios de los arrecifes del norte de Quintana Roo; mientras que hacia el norte de la isla, la biota marina presenta características similares al Golfo de México (aguas turbias con nutrientes propicias para la pesca) debido a una mayor influencia de la surgencia de la corriente submarina del canal de Yucatán (Lara *et al*, 1994)

La surgencia o afloramiento de agua fría de la corriente del canal de Yucatán que se da en las cercanías de Isla Contoy, tiene un efecto biológico, ya que fertiliza el lugar donde ocurre. La fertilización de aguas superficiales implica un aumento en el crecimiento de los principales productores marinos, el fitoplancton. Esto es de gran importancia ya que dependiendo de la magnitud del

A. Huitrón B. 2006. *Caracterización de los ensambles de peces, su relación con la heterogeneidad ambiental y la pesquería de langosta en Isla Contoy, Quintana Roo, México.*

afloramiento será la cantidad de alimento disponible para todos los niveles tróficos de la zona fertilizada (Lara *et al*, 1994; Merino, 1997).

### **3.3. Ambientes marinos**

La mayor parte del litoral que bordea la isla es rocoso. Existen marcadas diferencias entre las comunidades bentónicas de barlovento (poniente) y sotavento (oriente). El lado de barlovento presenta comunidades marinas más homogéneas, mientras que en el sotavento suelen ser más heterogéneas. El sustrato de barlovento es principalmente rocoso. La laja calcárea está accidentada y se encuentra principalmente cubierta por algas y por algunas esponjas incrustantes. En el centro y sur se pueden encontrar algunas colonias de escleractinios y gorgonáceos. El sustrato de sotavento se encuentra cubierto en su mayoría por arena. Es posible distinguir dos zonas, la primera está caracterizada por una gran cobertura de gorgonáceos y esponjas masivas sobre sustrato arenoso, y la otra se caracteriza por grandes extensiones de pastos marinos, que juegan un importante papel como áreas de crianza para larvas y juveniles de organismos de importancia ecológica, comercial y recreacional en la comunidad. En el extremo norte la comunidad bentónica está dominada por algas feofitas y esponjas masivas. Existe un gradiente de diversidad específica a lo largo de la isla de norte a sur, mismo que se refleja en la riqueza de especies y en la cobertura de las mismas (Lara *et al*, 1994).

A. Huitrón B. 2006. *Caracterización de los ensambles de peces, su relación con la heterogeneidad ambiental y la pesquería de langosta en Isla Contoy, Quintana Roo, México.*

### **3. OBJETIVOS**

#### **Objetivo General:**

Determinar la estructura de los ensambles de peces en Isla Contoy y analizar su relación con el tipo de sustrato y con la pesquería de langosta.

#### **Objetivos Particulares:**

Caracterizar la estructura de los ensambles de peces de Isla Contoy por medio de censos visuales.

Describir la relación entre los ensambles de peces y el tipo de sustrato.

Caracterizar la estructura de los ensambles de peces que forman parte de la fauna de acompañamiento (FAC) de la pesquería de langosta.

Comparar los parámetros comunitarios de los ensambles de peces obtenidos mediante los métodos: censos visuales y FAC.

## **5. MÉTODO**

Para lograr los objetivos del presente estudio, se abordaron bajo cuatro procedimientos distintos, los datos a analizar: caracterización de los ensambles de peces, clasificación de los tipos de sustrato y su relación con los ensambles, caracterización de los ensambles de peces de la FAC de la pesquería de langosta de las tres temporadas y la comparación de los ensambles de peces de la FAC de la pesquería de langosta de las tres temporadas.

### **5.1. Caracterización de la estructura de los ensambles de peces por censo visual**

#### **5.1.1. Diseño de muestreo**

- **Sitios de muestreo**

A través de un análisis prospectivo y tomando en cuenta las características físicas, topográficas y los tipos de sustrato, se seleccionaron diez sitios o localidades de muestreo alrededor de la isla (Figura 2). Las localidades abarcaron las zonas de barlovento y sotavento, así como los extremos, Punta Sur y Punta Norte. En la zona de barlovento se escogieron tres localidades debido a la uniformidad del sustrato marino. En la zona de sotavento se escogieron cinco localidades debido a la gran variación de los tipos de sustrato. Se incluyó como localidad la boca de la laguna de Puerto Viejo, que es la mayor en extensión y que presenta características muy particulares. Con ayuda de un GPS (Geoposicionador Satelital) se ubicaron las coordenadas geográficas de cada localidad (Tabla 2).

A. Huitrón B. 2006. *Caracterización de los ensambles de peces, su relación con la heterogeneidad ambiental y la pesquería de langosta en Isla Contoy, Quintana Roo, México.*

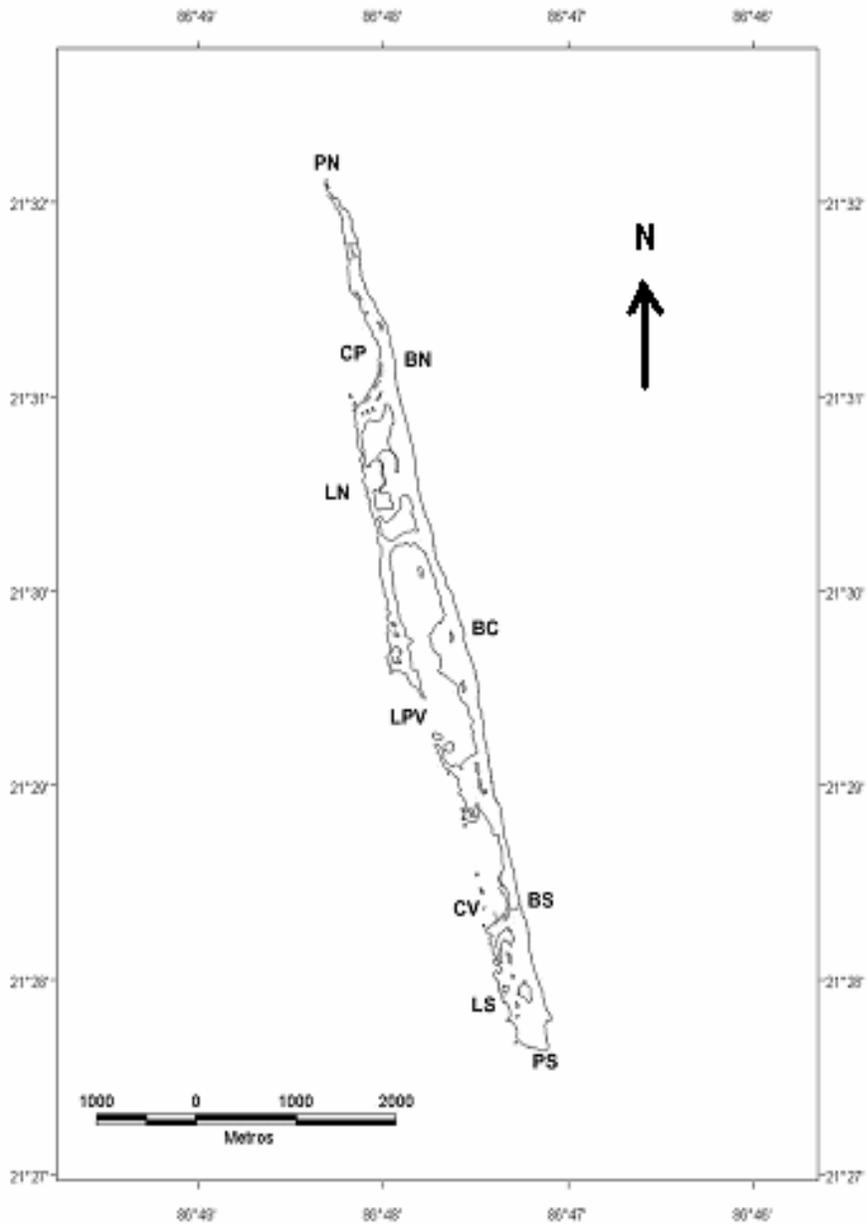


Figura 2. Las diez localidades de muestreo alrededor de la isla (BC=Barlovento centro, BN=Barlovento norte, BS=Barlovento sur, CP=Campamento pesquero, CV=Centro de visitantes, LN=Laguna norte, LPV=Laguna de Puerto Viejo, LS=Laguna sur, PN=Punta norte, PS=Punta sur).

- Técnica de muestreo

La caracterización de los ensambles de peces se llevó a cabo de febrero a mayo del 2000. Se censó un área total de 0.6 ha, constituidos por 60 transectos de 100 m<sup>2</sup> en 10 localidades distintas. Los transectos están considerados como el método más práctico para el monitoreo de las comunidades de peces (Samoilys, 2000), la única desventaja es que se subestiman las especies crípticas y nocturnas, ya que se registran las más conspicuas (Brock, 1982). Previo a la toma de datos se realizó un entrenamiento de cuatro meses para la identificación de las especies de peces, así como de los individuos juveniles, el cual consistió en la revisión de libros para identificación como; Greenberg y Greenberg (1977) y Humann (1994), así como prácticas con diapositivas e *in situ*.

El método de muestreo empleado en este trabajo para la caracterización de los ensambles de peces fue el descrito por AGRRA (Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment), el cual consiste en extender y censar un transecto de 50 m de largo por 2 m de ancho, paralelo a la costa y abarcando un área de 100 m<sup>2</sup> (Ginsburg, 1999). La identificación de las especies se realizó *in situ*, los datos se registraron sobre una tabla de acrílico con la ayuda de un lápiz. Los nombres científicos de las especies se anotaron en la tablilla abreviando las tres primeras letras del nombre genérico y las tres primeras letras del nombre específico, además del número de individuos por especie. También se anotó el número de individuos juveniles por especie, los cuales se reconocieron por sus patrones de coloración. Todos los muestreos se realizaron durante el día, por lo que la muestra representa la estructura diurna de los ensambles de peces. Según la profundidad de cada transecto se utilizó equipo básico (snorquel, visor y aletas) ó equipo SCUBA.

En cada censo se tomó la siguiente información adicional: fecha, localidad, profundidad, categoría de sustrato y número de transecto.

A. Huitrón B. 2006. *Caracterización de los ensambles de peces, su relación con la heterogeneidad ambiental y la pesquería de langosta en Isla Contoy, Quintana Roo, México.*

Tabla 2. Las diez localidades de muestreo con su abreviación, ubicación y coordenadas geográficas, dentro del Parque Nacional Isla Contoy.

<b>Localidad y abreviación.</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Latitud (N)</b>	<b>Longitud (W)</b>
Barlovento Norte (BN)	Del extremo norte de la isla hasta el límite de la laguna de Pto. Viejo.	21°32'30'' 21°30'30''	86°48'15'' 86°47'42''
Barlovento Centro (BC)	Abarca toda el área posterior de la laguna de Pto. Viejo.	21°30'30'' 21°29'00''	86°47'42'' 86°47'15''
Barlovento Sur (BS)	Del límite de la laguna de Pto. Viejo hasta el extremo sur de la isla	21°29'00'' 21°27'00''	86°47'15'' 86°47'10''
Laguna Norte (LN)	Abarca desde la laguna de Pajarera Norte hasta la laguna Norte.	21°31'00'' 21°30'00''	86°48'10'' 86°48'00''
Laguna de Pto. Viejo (LPV)	Abarca la boca de la laguna del mismo nombre.	21°30'00'' 21°29'00''	86°48'00'' 86°47'42''
Laguna Sur (LS)	Abarca desde la laguna Pajarera Central hasta el extremo sur de la isla.	21°28'15'' 21°27'35''	86°47'25'' 86°47'15''
Campamento Pesquero (CP)	Incluye el área frente al campamento de pescadores hasta el faro.	21°32'00'' 21°31'00''	86°48'15'' 86°48'10''
Centro de visitantes (CV)	Incluye el área frente a las instalaciones del PNIC.	21°29'00'' 21°28'15''	86°47'42'' 86°47'25''
Punta Norte (PN)	Desde el extremo norte de la isla.	21°32'30'' 21°32'00''	86°48'25'' 86°48'15''
Punta Sur (PS)	Desde el extremo sur de la isla.	21°27'35'' 21°27'00''	86°47'15'' 86°47'10''

### 5.1.2. Procesamiento de datos y análisis estadístico

Los parámetros comunitarios que se estimaron para caracterizar la estructura de los ensambles de peces en Isla Contoy fueron: composición específica, riqueza específica, abundancia, densidad, diversidad, proporción de juveniles y estructura trófica. Se analizó la variación de dichos parámetros en función de las diferentes localidades alrededor de la isla.

La composición específica se obtuvo al identificar a las especies observadas, con la cual se elaboró un listado de especies (Anexo 1), aquí se incluyeron las especies observadas en el área de estudio pero fuera del tiempo de los censos visuales. Para determinar la riqueza específica (S) se utilizó el número total de especies observadas por transecto.

Se tomaron en cuenta las abundancias de cada especie por transecto. También se estimaron las abundancias relativas de las especies con base en su dominancia por localidad, quedando de la siguiente manera:

- Dominante = **D** = >20%
- Abundante = **A** = 10-20%
- Común = **C** = 5-10%
- Escasa = **E** = 1-5%
- Rara = **R** = <1%

Los transectos se agruparon por localidad. Se realizaron gráficos de los valores de rango de abundancia contra abundancia proporcional acumulada para cada una de las localidades, según Lamshead *et al* (1983), para representar la diversidad. De manera complementaria, se estimó un valor de diversidad, para lo cual se calculó el Índice de Shannon-Wiener (**H'**), que se define como:

$$H' = -\sum p_i \ln p_i \quad (\text{Magurran, 1988})$$

Donde:

**$p_i$** = es la proporción de la muestra que representa la especie *i*

**$\ln p_i$** = logaritmo natural por  $p_i$ .

La densidad se evaluó como el número de individuos por metro cuadrado. Se utilizaron pruebas de ANOVA paramétricas de una vía para evaluar si existía un efecto estadísticamente significativo de los parámetros comunitarios o factores de varianza: riqueza específica, abundancia, diversidad y densidad; sobre las variables de respuesta, en este caso las localidades. En los casos que resultó significativa la prueba se procedió a efectuar una prueba de Tukey-Kramer, para identificar las diferencias significativas entre las localidades.

Se estimó la proporción de juveniles con respecto al ensamble por localidad, con base en tres parámetros: riqueza específica o número de especies, abundancia o número de individuos y grupos tróficos.

A. Huitrón B. 2006. *Caracterización de los ensamblajes de peces, su relación con la heterogeneidad ambiental y la pesquería de langosta en Isla Contoy, Quintana Roo, México.*

Para analizar la estructura trófica se le asignó a cada especie una categoría trófica sobre la base de sus hábitos alimentarios predominantes, las cuales fueron descritas por Claro (1994) (Tabla 3). El análisis se realizó para cada localidad considerando el número de individuos por categoría y para el área total de muestreo. Los valores se expresaron en porcentajes.

Tabla 3. Categorías tróficas descritas por Claro (1994), con su abreviación y con los principales componentes de su dieta.

Abreviación	Categoría trófica	Dieta
I	Ictiófago	Peces
PI	Peces e Invertebrados	Peces e invertebrados como: crustáceos, moluscos y equinodermos.
B	Bentófago	Anélidos, moluscos, crustáceos, tunicados, equinodermos, hidrozooos, sipuncúlidos, zoantarios, larvas de peces, peces, detritus, esponjas y gorgonias.
P	Planctófago	Zooplancton, tunicados, anélidos, crustáceos, huevos y/o larvas de peces y peces.
O	Omnívoro	Algas y fanerógamas; tunicados, zooplancton, hidrozooos, anélidos, equinodermos, crustáceos, moluscos, esponjas, gorgonias y peces.
H	Herbívoro	Algas y fanerógamas, anélidos, crustáceos, equinodermos, moluscos y huevos de peces.
D	Detritívoro	Detritus

## 5.2. Clasificación de los tipos de sustrato y su relación con los ensamblajes.

Durante el muestreo para la caracterización de los ensamblajes se le asignó a cada transecto una categoría de sustrato, usando como criterio el sustrato dominante con un porcentaje de cobertura mayor a 50%, dando como resultado cinco categorías de sustrato:

- Algas
- Arenal
- Cabezos
- Gorgonáceos

- Pastizal

La categoría de cabezos se asignó cuando había corales aislados con morfología masiva (principalmente de los géneros: *Diploria* y *Siderastrea*) que usualmente se encuentran sobre las camas de pastos o los arenales, pero debido a la importancia que revisten como hábitats para peces se les consideró como una categoría en sí. Cabe mencionar que los gorgonáceos generalmente están asociados con algas y esponjas; mientras que en los pastizales es común observar algas, esponjas y gorgonáceos.

De los 60 transectos realizados en la caracterización de los ensamblajes y de la asignación de una categoría de sustrato a cada uno de ellos, se obtuvo el número de transectos por sustrato (Tabla 4).

Tabla. 4. Número de transectos por categoría de sustrato y su abreviación.

Sustrato	Abreviación	No. Transectos
Algas	AL	17
Arenal	AR	2
Cabezos	CA	3
Gorgonáceos	GO	10
Pastizal	PA	28
<b>Total</b>		60

### 5.2.1. Procesamiento de datos y análisis estadísticos

En esta sección se analizó la variación de los parámetros comunitarios de los ensamblajes de peces: composición específica, riqueza específica, abundancia, diversidad, densidad, proporción de juveniles y estructura trófica, en función del tipo de sustrato. La estimación de estos parámetros se llevó a cabo de la misma manera que se explicó para la caracterización de la estructura de los ensamblajes por localidad (sección 5.1.2.). Sin embargo las curvas de abundancia proporcional acumulada se hicieron con respecto al tipo de sustrato. Se realizaron pruebas de ANOVA paramétrica de una vía, siendo los parámetros comunitarios o los factores de varianza: riqueza específica, abundancia, diversidad y densidad; mientras que

A. Huitrón B. 2006. *Caracterización de los ensambles de peces, su relación con la heterogeneidad ambiental y la pesquería de langosta en Isla Contoy, Quintana Roo, México.*

las variables de respuesta fueron las categorías de sustrato. En los casos necesarios los valores fueron sometidos a la prueba de Tukey-Kramer para identificar los tipos de sustrato significativamente diferentes. Con el fin de saber si el tipo de sustrato determina o influye en la estructura comunitaria del ensamble de peces de Isla Contoy. En este estudio, la heterogeneidad ambiental se refiere a los diferentes tipos de sustratos.

### **5.3. Caracterización de los ensambles de peces de la fauna de acompañamiento de la pesquería de langosta.**

La información sobre la fauna de acompañamiento (FAC) de la pesquería de langosta pertenecientes a las temporadas 1997-1998 y 1998-1999 se obtuvo a partir de las hojas de datos que la dirección del Parque tiene en sus registros. Según los registros, el número de embarcaciones revisadas durante estas dos temporadas fue de 52 y 28 respectivamente (Tabla 5).

Tabla 5. Número de embarcaciones revisadas por mes durante las temporadas 1997-1998 y 1998-1999.

<b>Mes</b>	<b>Abreviación</b>	<b>Temporada 1997-1998</b>	<b>Temporada 1998-1999</b>
Septiembre	<b>SEP</b>	12	6
Octubre	<b>OCT</b>	5	9
Noviembre	<b>NOV</b>	13	5
Diciembre	<b>DIC</b>	7	0
Enero	<b>ENE</b>	12	6
Febrero	<b>FEB</b>	3	2
<b>Total</b>		<b>52</b>	<b>28</b>

Sin embargo para obtener los datos de la temporada 1999-2000 se realizaron monitoreos directamente en el campo.

#### **5.3.1. Monitoreo de la FAC de la pesquería de langosta en la temporada 1999-2000.**

El trabajo de campo para la temporada de captura de langosta 1999-2000 se llevó a cabo de julio a febrero. Todos los días de la temporada se realizaron monitoreos en la playa del campamento de pescadores, ya fuera en el momento que los pescadores habían desembarcado el producto o directamente en los sitios

A. Huitrón B. 2006. *Caracterización de los ensambles de peces, su relación con la heterogeneidad ambiental y la pesquería de langosta en Isla Contoy, Quintana Roo, México.*

de captura. Las redes eran revisadas, se separaban las langostas de la demás fauna de acompañamiento y si se encontraban organismos con vida eran regresados al mar. Los peces muertos se separaban de la demás fauna de acompañamiento y se identificaban *in situ*; cuando no se podía reconocer fácilmente alguna especie, el individuo era trasladado a las instalaciones del Centro de Visitantes para su posterior identificación. La hoja de la toma de datos incluía: el nombre común, la especie, el número de individuos por especie, longitud aproximada y peso. También se obtuvo información acerca de las embarcaciones: nombre, número de pescadores trabajando en ella y cooperativa a la que pertenecían.

El número de embarcaciones revisadas durante la temporada 1999-2000 fue de 101 (Tabla 6).

Tabla 6. Número de embarcaciones revisadas por mes durante la temporada 1999-2000.

Mes	Abreviación	No. embarcaciones revisadas
Julio	<b>JUL</b>	7
Agosto	<b>AGO</b>	3
Septiembre	<b>SEP</b>	2
Octubre	<b>OCT</b>	26
Noviembre	<b>NOV</b>	13
Diciembre	<b>DIC</b>	9
Enero	<b>ENE</b>	23
Febrero	<b>FEB</b>	18
<b>Total</b>		101

### 5.3.2. Procesamiento de datos y análisis estadístico

Para conocer la estructura de los ensambles de peces que formaron parte de la FAC de la pesquería de langosta de las temporadas 1997-1998 y 1998-1999 se estimaron los parámetros comunitarios; composición específica, riqueza específica, abundancia, diversidad y estructura trófica; a partir de las hojas de datos que existen en los archivos del Parque. El procedimiento fue similar al descrito anteriormente (sección 5.1.2), sin embargo las curvas de abundancia proporcional acumulada fueron realizadas con base en los diferentes meses de cada temporada.

Para conocer la estructura de los ensambles de peces que formaron parte de la FAC de la temporada 1999-2000, se estimaron los siguientes parámetros

A. Huitrón B. 2006. *Caracterización de los ensambles de peces, su relación con la heterogeneidad ambiental y la pesquería de langosta en Isla Contoy, Quintana Roo, México.*

comunitarios; composición específica, riqueza específica, abundancia, diversidad y estructura trófica. El procedimiento para ello fue similar al descrito en la sección 5.1.2, sin embargo las curvas de abundancia proporcional acumulada se realizaron con base en los diferentes meses de esta temporada.

El último análisis consistió en comparar los ensambles de peces de la FAC de la pesquería de langosta de las tres temporadas. Para ello se tuvieron que seleccionar los datos, tomando en cuenta sólo cinco meses de cada temporada (septiembre, octubre, noviembre, enero y febrero), ya que fue necesario excluir aquellos meses de los cuales no existía muestra para las tres temporadas.

Se compararon los resultados de las temporadas 1997-1998, 1998-1999 y 1999-2000, en términos de riqueza específica, abundancia y diversidad. Se utilizaron pruebas de ANOVA paramétricas de una vía para evaluar si existía un efecto estadísticamente significativo de los parámetros comunitarios o factores de varianza: riqueza específica, abundancia y diversidad; sobre las variables de respuesta, que en este caso fueron las tres temporadas. En los casos necesarios los valores fueron sometidos a una prueba de Tukey-Kramer para identificar las temporadas significativamente diferentes. Para éste análisis se tuvieron que seleccionar los datos, ya que solo se tomaron en cuenta cinco meses de cada temporada (septiembre, octubre, noviembre, enero y febrero), ya que fue necesario excluir aquellos meses de los cuales no existía muestra para las tres temporadas.

#### **5.4. Comparación de los ensambles de peces por censo visual y los ensambles de peces de la fauna de acompañamiento (FAC)**

Los ensambles de peces por censo visual y los ensambles de peces de la FAC de la pesquería de langosta de la temporada 1999-2000, se compararon cuantitativamente en términos de riqueza específica, composición específica, distribución, abundancia, diversidad y estructura trófica. La comparación en términos de riqueza y composición específica consistió en describir el número de familias, géneros y especies registradas para cada ensamble, por ambos métodos (censo visual y FAC). También se compararon las cinco especies y familias con

A. Huitrón B. 2006. *Caracterización de los ensambles de peces, su relación con la heterogeneidad ambiental y la pesquería de langosta en Isla Contoy, Quintana Roo, México.*

mayor distribución y abundancia de ambos ensambles. Finalmente se comparó gráficamente la estructura trófica de ambos ensambles.

Con el fin de comparar los listados de ambos ensambles (censo visual y FAC), se calculó el Índice de similitud de Jaccard:

$$C_j = j / (a + b - j) \quad (\text{Magurran, 1988})$$

Donde:

**j** = número de especies encontradas en ambos ensambles.

**a** = número de especies encontradas en el ensamble A.

**b** = número de especies encontradas en el ensamble B.

Finalmente se realizaron dos listados, uno con las especies registradas por censo visual y por la FAC de la temporada 1999-2000 (Anexo 8) y el otro con las especies reportadas por los censos visuales y la FAC de las tres temporadas mencionadas (Anexo 9).

## 6. RESULTADOS

### 6.1. Caracterización de la estructura de los ensamblajes de peces por censo visual

#### *Riqueza y composición específica*

Se encontraron un total de 114 especies pertenecientes a 57 géneros y 31 familias (Anexo 1). El valor de riqueza específica (S) más alto se registró en la localidad de Punta Sur (59 especies) y el más bajo en la localidad de Laguna Norte (11 especies) (Figura 3).

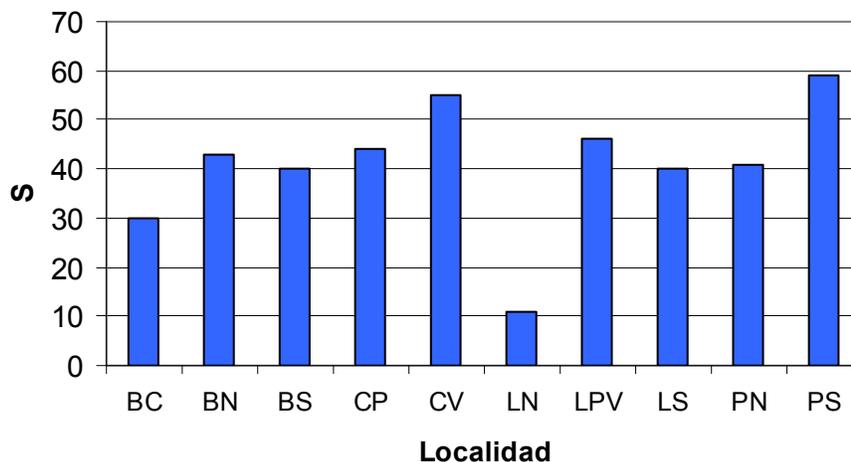


Figura 3. S= Riqueza específica (número de especies) por localidad: BC=Barlovento centro, BN=Barlovento norte, BS=Barlovento sur, CP=Campamento pesquero, CV=Centro de visitantes, LN=Laguna norte, LPV=Laguna de Puerto Viejo, LS=Laguna sur, PN=Punta norte, PS=Punta sur).

Al comparar el número de especies registradas en las distintas localidades, se encontró que, consistentemente, la localidad de Laguna Norte mostró el menor número de especies en relación con las demás localidades, siendo su efecto evaluado mediante la prueba de Turkey-Kramer con un  $R^2=0.50$   $p<0.0001$ .

Considerando todas las localidades, las cinco familias mejor representadas por riqueza de especies son las siguientes: Labridae, Serranidae, Haemulidae, Scaridae y Pomacentridae.

### **Distribución**

Las especies más comunes en el área de estudio fueron: *Acanthurus coeruleus*, *Acanthurus bahianus*, *Anisotremus virginicus*, *Haemulon flavolineatum*, *Haemulon sciurus*, *Thalassoma bifasciatum*, *Stegastes variabilis* y *Sphyraena barracuda*; ya que se registraron en nueve de las diez localidades. Por otro lado algunas especies con distribución restringida fueron: *Aetobatus narinari*, *Diplectrum formosum*, *Diplodus argenteus*, *Echeneis naucrates*, *Hemipteronotus splendens*, *Monacanthus hispidus*, *Odontoscion dentex*, *Ogcocephalus nasutus*, *Rypticus saponaceus* y *Selene vomer*, ya que fueron registradas únicamente en una localidad.

### **Abundancia**

Se registró un total de 5036 individuos. En general los valores de las localidades de barlovento fueron menores que los de las localidades de sotavento. Los valores de abundancia variaron considerablemente. En la localidad de Punta Norte se registró el valor más alto, 969 individuos en los 6 transectos que se tomaron de muestra; mientras que en la localidad de Laguna Norte se obtuvo el más bajo, 135 individuos.

Los niveles de abundancia encontrados mostraron un comportamiento similar a la riqueza, los cuales fueron evaluados mediante la prueba de Turkey-Kramer con la cual se encontró que la Laguna Norte difiere significativamente de las demás localidades ( $R^2 = 0.31$ ,  $p = 0.0188$ ).

La familia Haemulidae representó el mayor porcentaje (29%) de la abundancia total; seguida por las familias Lutjanidae (15%); Scaridae (10%); Labridae (10%) y Gerreidae (7%). Las diez especies más abundantes, considerando todas las localidades fueron, en orden decreciente: *Lutjanus griseus*, *Haemulon sciurus*, *Haemulon flavolineatum*, *Scarus iserti*, *Anisotremus virginicus*, *Gerres cinereus*, *Haemulon parra*, *Kyphosus sectatrix*, *Thalassoma bifasciatum*, y *Sphyraena barracuda*.

Se encontró variación respecto a las estimaciones de abundancia de las especies con base en su dominancia entre las localidades (Anexo 1). Destacando

la especie *Lutjanus griseus* (pargo) por ser dominante en las localidades de Campamento Pesquero y la Laguna de Puerto Viejo. Las dos especies de mojarra *Gerres cinereus* y *Eucinostomus argenteus* fueron dominantes únicamente en la Laguna Norte. Por otro lado, las principales especies abundantes fueron *Haemulon flavolineatum* (ronco) en el Campamento Pesquero, el Centro de Visitantes y Punta Sur; *Halichoeres bivittatus* en Barlovento Centro y en Barlovento Norte, *Thalassoma bifasciatum* en Barlovento Centro y Barlovento sur, *Haemulon parra* en Barlovento Norte y en el Centro de Visitantes, finalmente *Scarus iserti* en Laguna de Puerto Viejo y Laguna Sur.

### Densidad

La densidad (expresada como el número de individuos por metro cuadrado) varió considerablemente entre las localidades (Figura 4). La localidad de Punta Norte presentó el valor más alto (1.6 ind/m<sup>2</sup>), mientras que la localidad de Laguna Norte el más bajo (0.2 ind/m<sup>2</sup>).

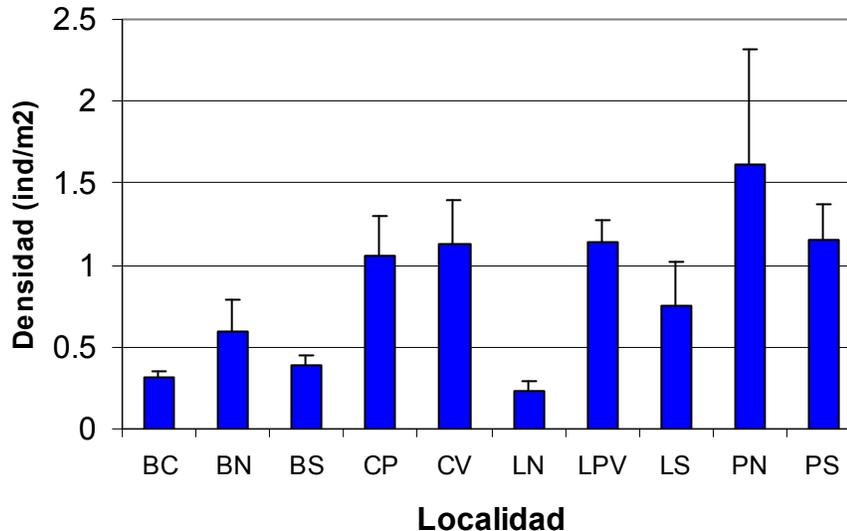


Figura 4. Densidad (número de individuos por metro cuadrado) por localidad: BC=Barlovento centro, BN=Barlovento norte, BS=Barlovento sur, CP=Campamento pesquero, CV=Centro de visitantes, LN=Laguna norte, LPV=Laguna de Puerto Viejo, LS=Laguna sur, PN=Punta norte, PS=Punta sur.

De manera similar a la riqueza y a la abundancia, la localidad de Laguna Norte mostró una densidad significativamente menor a las demás localidades.

A. Huitrón B. 2006. *Caracterización de los ensamblajes de peces, su relación con la heterogeneidad ambiental, y la pesquería de langosta en Isla Contoy, Quintana Roo, México.*

Mediante la prueba de Tukey-Kramer se verificó este comportamiento: ( $R^2=0.31$ ,  $p=0.018$ ).

Las cinco familias con mayor densidad en el área de estudio fueron: Lutjanidae, Haemulidae, Scaridae, Gerreidae y Kyphosidae. Las cinco especies que destacaron por presentar la mayor densidad fueron: *Lutjanus griseus* (pargo), *Haemulon sciurus*, *Haemulon flavolineatum*, *Scarus iserti* y *Anisotremus virginicus*.

### **Diversidad**

Se estimó la relación entre el rango de abundancia específica y la abundancia proporcional acumulada de cada especie para cada una de las localidades (Figura 5). La curva superior, que pertenece a la localidad de Laguna Norte, presenta mayor dominancia y menor abundancia específica, por lo tanto menor diversidad. Las curvas inferiores pertenecientes a las demás localidades tienen una diversidad similar. Sin embargo la curva inferior que pertenece a la localidad de Barlovento Sur presenta menor dominancia, mientras que la curva de la localidad de Punta Sur presenta la mayor abundancia específica.

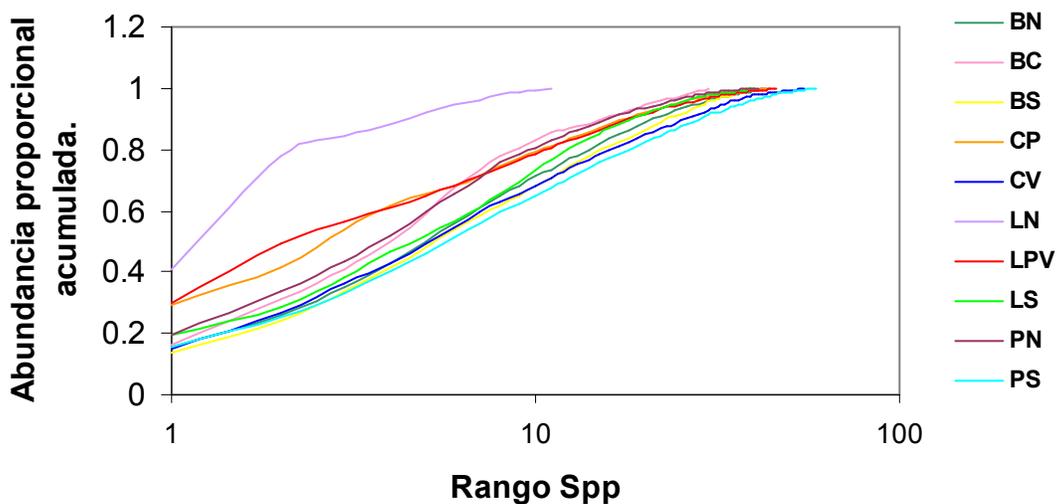


Figura 5. Relación entre el rango de abundancia de especies y la abundancia proporcional acumulada de las diez localidades: BC=Barlovento centro, BN=Barlovento norte, BS=Barlovento sur, CP=Campamento pesquero, CV=Centro de visitantes, LN=Laguna norte, LPV=Laguna de Puerto Viejo, LS=Laguna sur, PN=Punta norte, PS=Punta sur.

Estos resultados se complementaron con los valores de diversidad obtenidos por el Índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ). Los valores de diversidad más altos se registraron en la localidad de Punta Sur, Centro de Visitantes y Barlovento Sur, mientras que el más bajo en la localidad de Laguna Norte (Tabla 7). La diversidad, expresada como  $H'$ , mostró diferencias significativas entre localidades (prueba de Tukey-Kramer  $R^2=0.61$ ,  $p=0.0001$ ).

Tabla 7. Valores de diversidad ( $H'$ ) por localidad.

Localidad	Abreviación	Diversidad ( $H'$ )
Barlovento Norte	BN	2.89
Barlovento Centro	BC	2.74
Barlovento Sur	BS	3.13
Campamento Pesquero	CP	2.68
Centro de Visitantes	CV	3.19
Laguna Norte	LN	1.49
Laguna de Puerto Viejo	LPV	2.65
Laguna Sur	LS	2.96
Punta Norte	PN	2.79
Punta Sur	PS	3.29

### **Estructura trófica**

La estructura trófica del ensamble de peces del área de estudio fue dominada por el grupo de los bentófagos, los cuales ocuparon más del 50%. El segundo grupo importante fue el de los herbívoros seguido por el de los ictiófagos. Los demás grupos representaron muy bajo porcentaje (Figura 6).

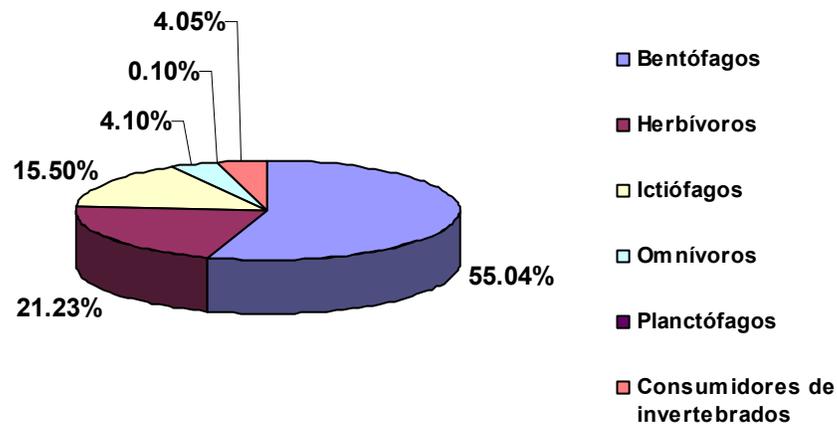


Figura. 6. Estructura trófica (grupos tróficos) de los ensambles de peces de Isla Contoy.

Al analizar las variaciones que presentó esta estructura trófica en cada una de las localidades se encontró que el grupo trófico dominante en todas ellas fue el de los bentófagos, ocupando más del 50% excepto en la Laguna de Puerto Viejo. Sin embargo este patrón mostró ligeras variaciones entre localidades. El segundo grupo dominante en las tres localidades de Barlovento fue el de los herbívoros. Mientras que el segundo grupo importante para las localidades de Laguna de Puerto Viejo y Campamento Pesquero fue el de los ictiófagos. Finalmente el segundo grupo en importancia para las localidades de Laguna Sur, Punta Sur y Punta Norte fue el de los herbívoros. En la localidad de Laguna Norte los bentófagos dominaron ocupando casi el 100%. La localidad de Centro de Visitantes fue la única donde se registraron individuos pertenecientes a todos los grupos tróficos (Figura 7).

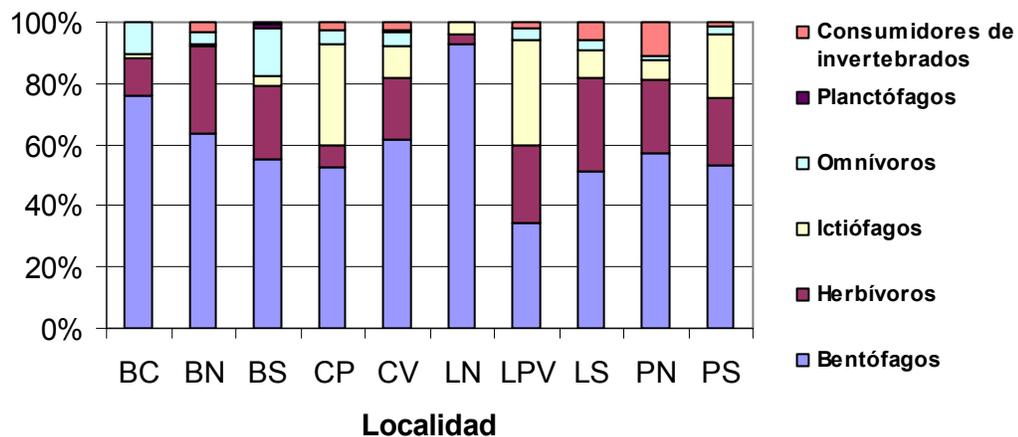


Fig. 7. Estructura trófica (grupos tróficos) por localidad. (Nomenclatura de las localidades: BC=Barlovento centro, BN=Barlovento norte, BS=Barlovento sur, CP=Campamento pesquero, CV=Centro de visitantes, LN=Laguna norte, LPV=Laguna de Puerto Viejo, LS=Laguna sur, PN=Punta norte, PS=Punta sur)

### **Proporción de juveniles**

La variación en la proporción de juveniles entre localidades se analizó con base en 3 parámetros: número de especies, número de individuos en la muestra y grupos tróficos.

La proporción de especies en etapa juvenil fue muy similar en todas las localidades, mayor del 30%. Sin embargo la localidad de Laguna de Puerto Viejo

presentó el mayor porcentaje, ya que casi el 60% de las especies registradas se encontraban en etapa juvenil (Figura 8).

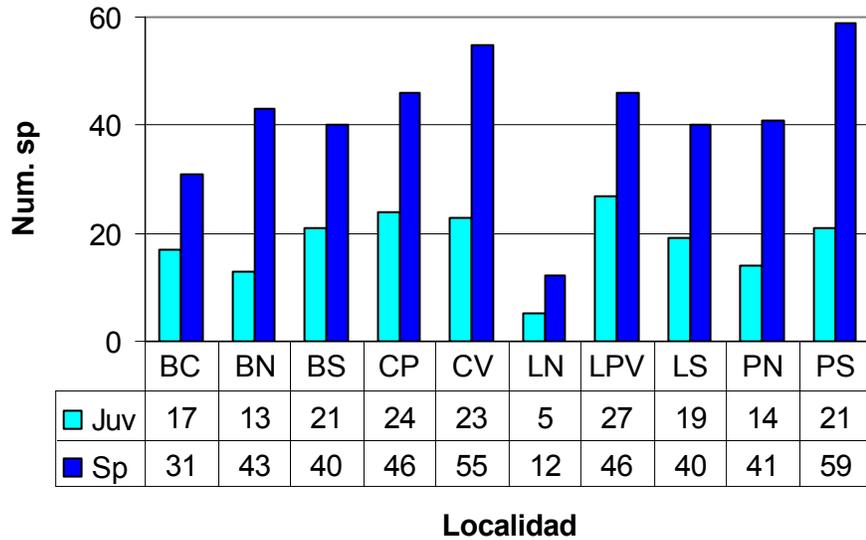


Figura 8. Número de especies totales y en etapa juvenil por localidad: BC=Barlovento centro, BN=Barlovento norte, BS=Barlovento sur, CP=Campamento pesquero, CV=Centro de visitantes, LN=Laguna norte, LPV=Laguna de Puerto Viejo, LS=Laguna sur, PN=Punta norte, PS=Punta sur) (Sp= especies totales, Juv= especies en etapa juvenil)

La proporción de individuos en etapa juvenil mostró una variación del 2 al 18% en las localidades. El mayor porcentaje de juveniles con respecto al total de individuos por localidad se registró en Barlovento Centro y el menor en Punta Norte (Figura 9).

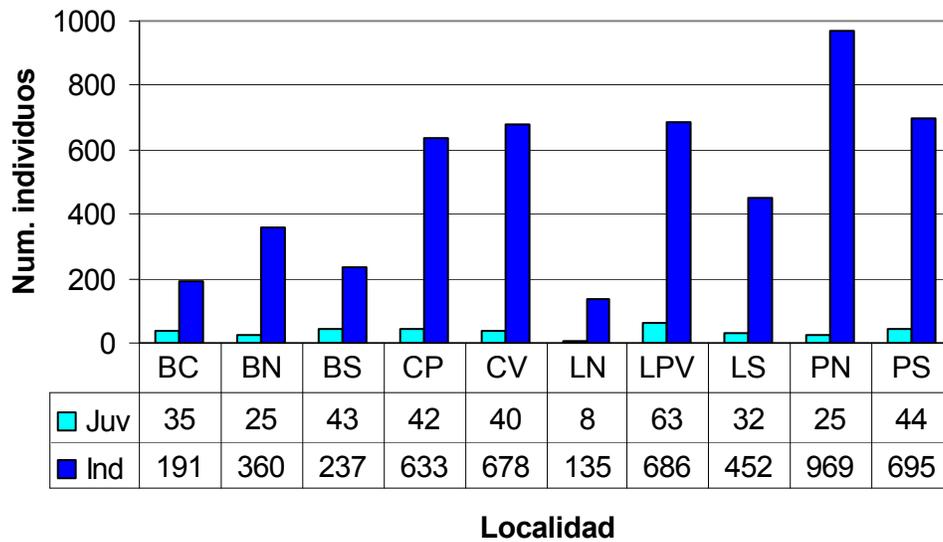


Figura 9. Número de individuos totales y en etapa juvenil por localidad: BC=Barlovento centro, BN=Barlovento norte, BS=Barlovento sur, CP=Campamento pesquero, CV=Centro de visitantes, LN=Laguna norte, LPV=Laguna de Puerto Viejo, LS=Laguna sur, PN=Punta norte, PS=Punta sur.

Cabe resaltar que la localidad que presentó el mayor número de individuos en etapa juvenil fue Puerto Viejo.

Por otro lado, la proporción de individuos juveniles analizada por grupo trófico, muestra que los juveniles omnívoros ocuparon el mayor porcentaje, cerca del 30% del total de éste grupo. Los juveniles herbívoros ocuparon menos del 10% de este grupo, al igual que los juveniles bentófagos. Mientras que los juveniles ictiófagos ocuparon menos del 1% de este grupo. (Figura 10)

A. Huitrón B. 2006. *Caracterización de los ensambles de peces, su relación con la heterogeneidad ambiental, y la pesquería de langosta en Isla Contoy, Quintana Roo, México.*

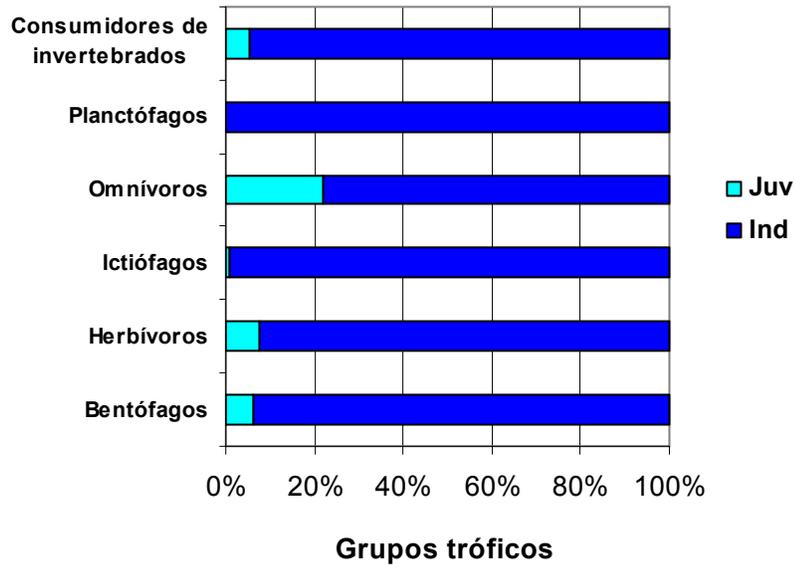


Figura 10. Porcentaje de juveniles por grupo trófico con respecto a la estructura trófica del ensamble. (Ind= total de individuos, Juv= individuos en etapa juvenil)

## 6.2. Clasificación por categorías de sustrato y su relación con los ensamblajes

En ésta sección se analiza el efecto que tiene la heterogeneidad ambiental sobre la estructura de los ensamblajes. Para ello se utilizaron los parámetros de riqueza y composición de especies, distribución, abundancia, diversidad, estructura trófica y proporción de juveniles.

### **Riqueza y composición específica**

Al analizar la riqueza de especies por categoría de sustrato, se observó que el Pastizal presentó el valor más alto con 84 especies y el Arenal el más bajo con 2 especies (Figura 11) (Anexo 3).

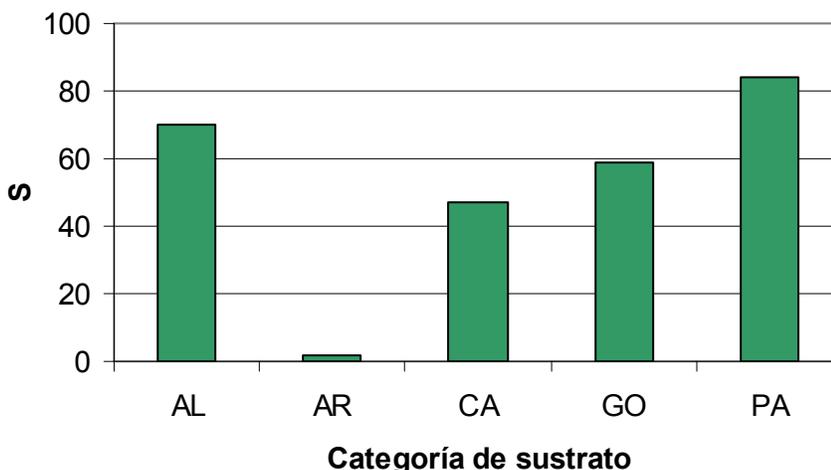


Figura 11. S=Riqueza de especies por categoría de sustrato: AL= algas, AR= arenal, CA= cabezos, GO= gorgonáceos, PA= pastizal.

La riqueza es afectada por el tipo de sustrato. El análisis realizado mostró que el sustrato Arenal presentó el menor numero de especies (prueba de Tukey-Kramer  $R^2=0.47$ ,  $p=0.021$ ).

### **Distribución**

La especie encontrada en todas las categorías de sustrato fue *Gerres cinereus*. Otras especies encontradas en distintos sustratos fueron: *Acanthurus coeruleus*, *Anisotremus virginicus*, *Caranx ruber*, *Haemulon flavolineatum*,

A. Huitrón B. 2006. *Caracterización de los ensamblajes de peces, su relación con la heterogeneidad ambiental, y la pesquería de langosta en Isla Contoy, Quintana Roo, México.*

*Haemulon plumieri, Holacanthus ciliaris, Holacanthus bermudensis, Lachnolaimus maximus, Lutjanus analis, Lutjanus griseus, Mycteroperca bonaci, Pomacanthus arcuatus, Sphyrna barracuda y Thalassoma bifasciatum*; se registraron en cuatro de las cinco categorías de sustrato.

Algunas de las especies encontradas en un solo tipo de sustrato fueron: *Canthidermis suflamen, Caranx hippos, Chaetodon striatus, Diodon Holacanthus, Echeneis naucrates, Epinephelus guttatus, Epinephelus striatus, Gymnothorax funebris, Holacanthus tricolor, Lactophrys polygonia, Lutjanus cyanopterus, Odontoscion dentex, Ogcocephalus nasutus, Rypiticus saponaceus, Selene vomer, Serranus tigrinus y Sphoeroides spengleri.*

### **Densidad y abundancia**

Se registraron un total de 5036 individuos. Los valores de densidad mostraron una gran variación entre las categorías de sustrato (Figura 12). El valor más alto se registró en el sustrato Cabezos ( $1.3 \text{ ind/m}^2$ ), los sustratos Gorgonáceos y Pastizal presentaron valores muy similares, entre  $0.8$  y  $1 \text{ ind/m}^2$ , mientras que el valor más bajo se registró en el sustrato Arenal ( $0.28 \text{ ind/m}^2$ ).

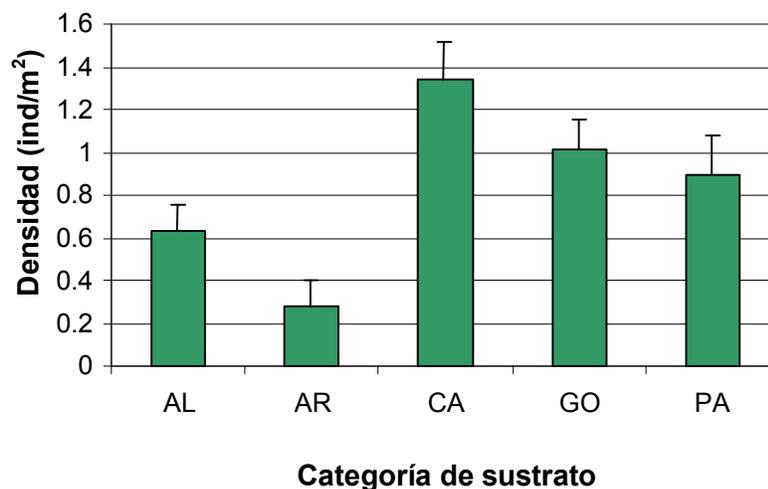


Figura 12. Densidad ( $\text{ind/m}^2$ ) por categoría de sustrato: AL= algas, AR= arenal, CA= cabezos, GO= gorgonáceos, PA= pastizal.

En el sustrato Cabezos se realizaron tan solo 3 transectos, sin embargo se registraron 403 individuos. Por otro lado, aproximadamente en la mitad de los transectos que se realizaron el sustrato registrado fue el pastizal.

El análisis demostró que el sustrato no tiene efecto sobre la densidad (prueba de Tukey-Kramer  $R^2=0.07$ ,  $p=0.1080$ ).

### **Diversidad**

Se estimó la relación entre la abundancia específica y la abundancia proporcional acumulada de cada especie para cada una de las categorías de sustrato (Figura 13). La curva superior, que pertenece al sustrato Arenal presenta mayor dominancia y la menor abundancia específica, por lo tanto, la menor diversidad. La curva inferior, que pertenece al sustrato de Pastizal presenta menor dominancia y la mayor abundancia específica, por lo tanto la mayor diversidad.

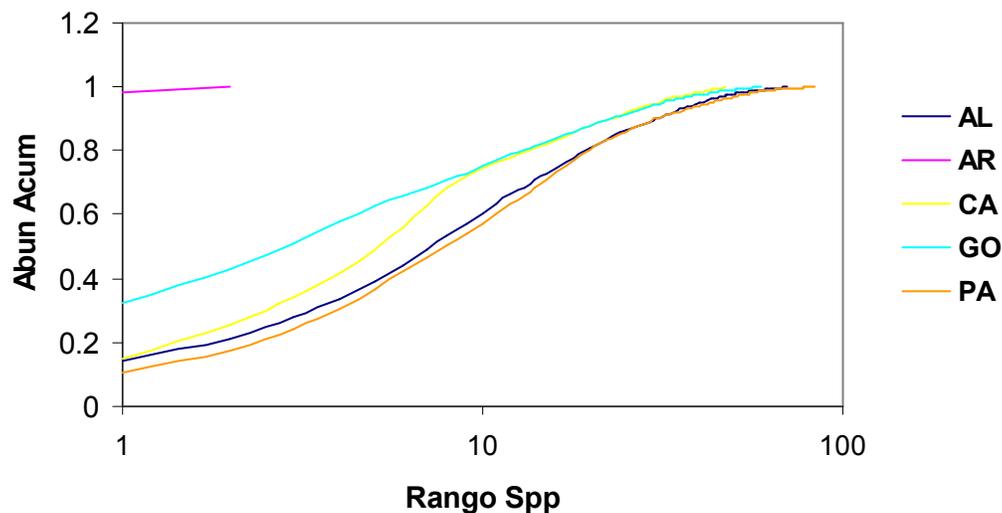


Figura 13. Relación entre el rango de abundancia de especies y la abundancia proporcional acumulada de las cinco categorías de sustrato: AL= algas, AR= arenal, CA= cabezos, GO= gorgonáceos, PA= pastizal.

Estos resultados se complementaron con los valores de diversidad obtenidos por el Índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ), los cuales mostraron poca variación entre las categorías de sustrato, excepto el arenal. Los valores de diversidad más altos se registraron en los sustratos Pastizal, Algas y Cabezos, mientras que el más bajo en el sustrato Arenal (Tabla 8).

La diversidad presentó diferencias significativas entre las categorías de sustrato, según la prueba de Tukey-Kramer ( $R^2=0.39$ ,  $p=0.0001$ ).

Tabla 8. Valores de diversidad ( $H'$ ) por categoría de sustrato.

Categoría de sustrato	Abreviación	Diversidad ( $H'$ )
Algas	AL	3.428
Arenal	AR	0.090
Cabezos	CA	3.080
Gorgonáceos	GO	2.814
Pastizal	PA	3.510

### Estructura trófica

El grupo que dominó en la mayoría de los sustratos fue el de los bentófagos, en el sustrato Algas y Pastizal ocuparon más del 50%, mientras que en los sustratos Cabezos y Gorgonáceos ocuparon más del 40%. En el sustrato Arenal este mismo grupo ocupó el 100%. El segundo grupo dominante para los sustratos Algas y Pastizal fue el de los herbívoros. Mientras que en los sustratos Cabezos y Gorgonáceos fue el de los ictiófagos. Cabe mencionar que en los sustratos Algas, Gorgonáceos y Pastizal se registraron el mayor número de grupos tróficos. (Figura 14)

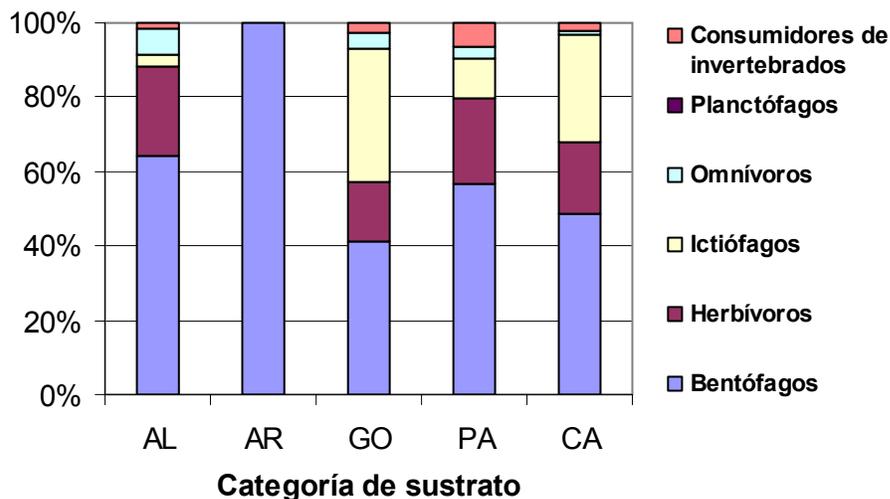


Figura 14. Estructura trófica por categoría de sustrato: AL= algas, AR= arenal, CA= cabezos, GO= gorgonáceos, PA= pastizal.

### **Proporción de juveniles**

La proporción de especies en etapa juvenil con respecto al total de especies por categoría de sustrato mostró una variación del 30 al 50%. Siendo ligeramente más baja en el sustrato Cabezos (Figura 15).

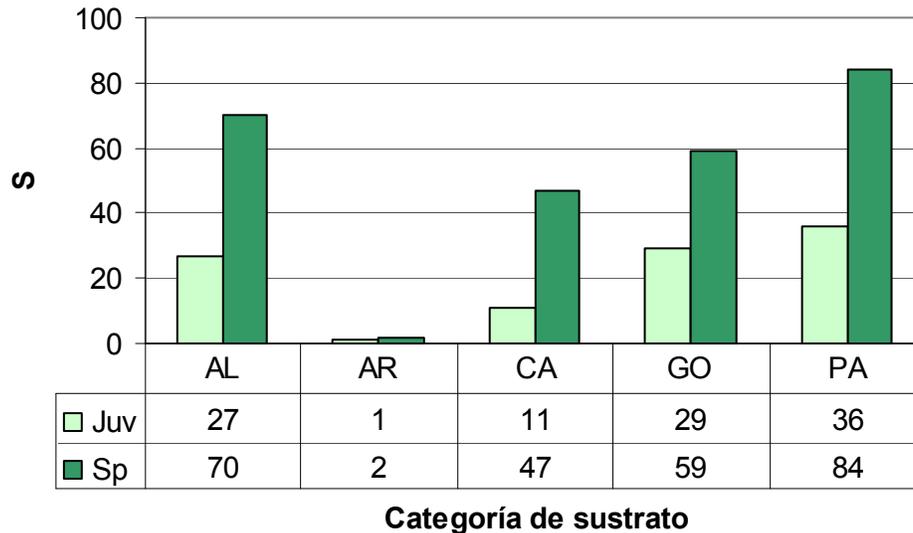


Figura 15. S=riqueza de especies y especies en etapa juvenil por categoría de sustrato: AL= algas, AR= arenal, CA= cabezos, GO= gorgonáceos, PA= pastizal. (Sp= especies; Juv= especies en etapa juvenil)

El sustrato que presentó la mayor riqueza de especies en etapa juvenil fue el Pastizal (Anexo 4), siendo también este sustrato donde se registró el mayor número de individuos en etapa juvenil.

La proporción de individuos juveniles no tuvo mucha variación dentro de las categorías de sustrato. Los sustratos de Algas y Gorgonáceos presentaron el mayor porcentaje de individuos en etapa juvenil, alrededor del 8%, mientras que en los sustratos Arenal y Cabezos se registraron porcentajes menores al 5% (Figura 16).

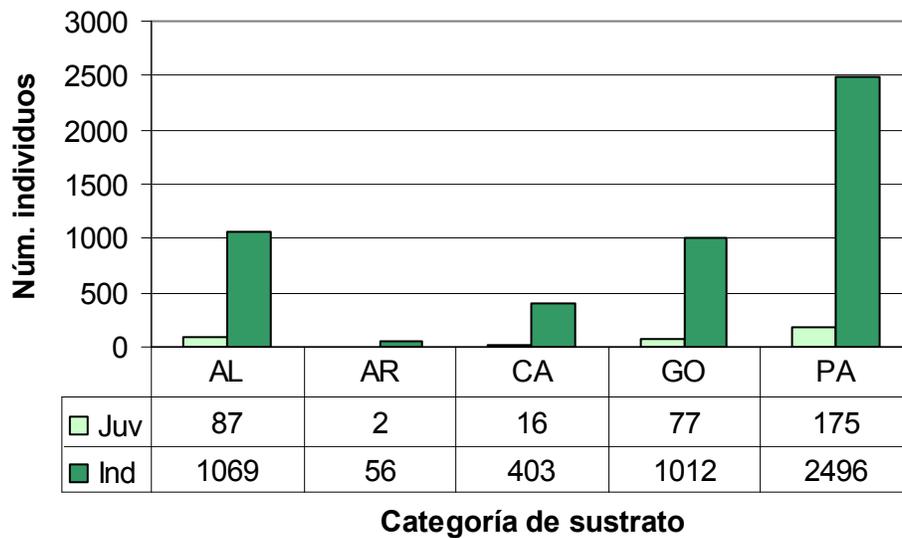


Figura 16. Número de individuos totales y en etapa juvenil por categoría de sustrato: AL= algas, AR= arenal, CA= cabezos, GO= gorgonáceos, PA= pastizal. (Ind= individuos totales; Juv= individuos en etapa juvenil)

La proporción de individuos en etapa juvenil por categoría de sustrato reveló que los juveniles omnívoros ocuparon el mayor porcentaje, alrededor del 25% en los sustratos Algas, Gorgonáceos y Pastizal; y alrededor del 40% en el sustrato Cabezos. Los juveniles herbívoros y bentófagos ocuparon un porcentaje similar, alrededor del 10% en los sustratos Algas y Gorgonáceos. El menor porcentaje de juveniles ictiófagos y planctófagos se registró en los sustratos Algas y Arenal. Los juveniles consumidores de invertebrados ocuparon cerca del 5% en el sustrato Gorgonáceos y Pastizal; y alrededor del 10% en el sustrato Cabezos.

### 6.2.1. Relación entre las localidades y la heterogeneidad ambiental

En esta sección se muestran los resultados sobre la relación entre las diferentes localidades a lo largo de la isla y la heterogeneidad ambiental, representada en este estudio como las categorías de sustrato registradas en las mismas.

Las localidades en las que se registraron más categorías de sustrato fueron: Barlovento Sur, Centro de Visitantes y Punta Sur. Las localidades de Barlovento Sur y Centro de Visitantes, presentaron el mismo sustrato dominante y en la misma proporción de cobertura (50% Algas). Mientras que en la localidad de Punta Sur, el pastizal fue el dominante en un 50% (Tabla 9).

Las localidades en las que se registró sólo una categoría de sustrato, ocupando el 100% de cobertura, fueron: Barlovento Norte con el sustrato algas; Laguna Sur y Punta Norte con pastizal.

Tabla 9. Categorías de sustrato registradas por localidad y porcentaje de cobertura de la categoría dominante.

Localidad	Categorías de sustrato registradas	Porcentaje de cobertura del sustrato dominante (%)
BN	<b>Algas</b>	<b>100</b>
BC	<b>Algas</b> y Pastizal	<b>83</b>
BS	<b>Algas</b> , Pastizal y Gorgonáceos	<b>50</b>
CP	<b>Gorgonáceos</b> y Pastizal	<b>66.6</b>
CV	<b>Algas</b> , Pastizal y Cabezos	<b>50</b>
LN	<b>Pastizal</b> y Arenal	<b>66.6</b>
LPV	<b>Gorgonáceos</b> y Pastizal	<b>66.6</b>
LS	<b>Pastizal</b>	<b>100</b>
PN	<b>Pastizal</b>	<b>100</b>
PS	<b>Pastizal</b> , Cabezos y Gorgonáceos	<b>50</b>

Se muestran resaltadas en negritas los sustratos con mayor porcentaje de cobertura en cada localidad.

El sustrato pastizal fue registrado en 9 de las diez localidades durante los censos visuales, los sustratos algas y gorgonáceos fueron registrados en el 40%, el sustrato cabezos se registró en el 20%, mientras que el sustrato arenal solo se registró en una localidad, Laguna Norte.

### 6.3. Caracterización de los ensambles de peces de la FAC de la pesquería de langosta de tres temporadas.

En esta sección se realizó la caracterización de los ensambles de peces de la fauna de acompañamiento de la pesquería de langosta de las temporadas 1997-1998, 1998-1999 y 1999-2000.

#### Riqueza y composición específica

Al analizar la riqueza específica por temporada, se observó que el mayor número de especies de peces presentes en la fauna de acompañamiento se registró en la temporada de captura de langosta 1999-2000, con un total de 88 especies; mientras que el valor más bajo se obtuvo en la temporada 1998-1999, con 44 especies (Figura 17). Los listados de especies correspondientes a cada temporada se muestran en los Anexos 5, 6 y 7 respectivamente.

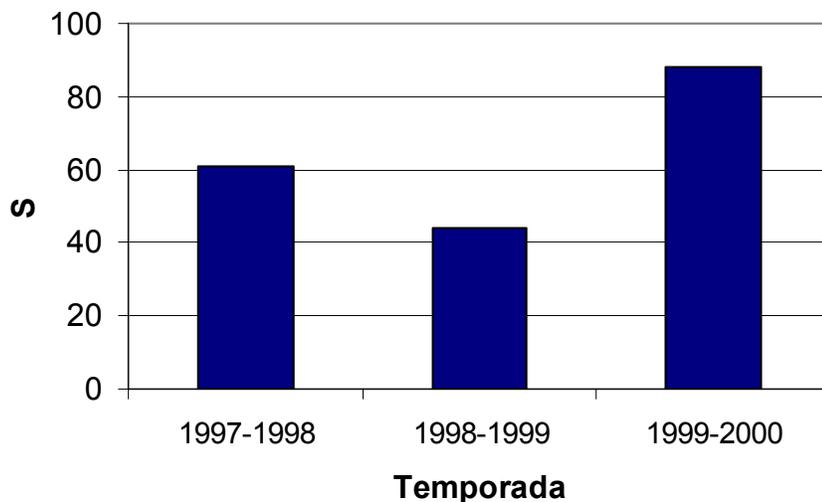


Figura 17. S= Riqueza específica (número de especies) de los peces que forman parte de la FAC de las tres temporadas de pesquería de langosta en Isla Contoy.

La riqueza específica de los ensambles de peces presentes en la FAC, al ser analizada por mes, mostró gran variación en las 3 temporadas consideradas para este estudio (Tabla 10). En la temporada 1997-1998 los meses que presentaron mayor riqueza específica fueron septiembre y noviembre. Mientras

A. Huitrón B. 2006. *Caracterización de los ensambles de peces, su relación con la heterogeneidad ambiental, y la pesquería de langosta en Isla Contoy, Quintana Roo, México.*

que para la temporada 1998-1999 fue el mes de octubre, coincidiendo con la temporada 1999-2000. Cabe mencionar que la temporada en la que hubo más meses de muestreo fue la 1999-2000.

Tabla 10. S= Riqueza específica (número de especies) por mes de las tres temporadas.

Mes	S	S	S
	1997-1998	1998-1999	1999-2000
JUL	-	-	25
AGO	-	-	12
SEP	30	23	9
OCT	16	27	48
NOV	30	18	45
DIC	22	-	13
ENE	26	10	35
FEB	14	9	35

Las tres familias mejor representadas por riqueza de especies en común para las tres temporadas fueron: Haemulidae, Lutjanidae y Pomacanthidae. La única especie que fue constante durante la temporada 1997-1998 fue *Narcine brasiliensis* (raya torpedo) ya que se registró en todos los meses de la temporada. Para la temporada 1998-1999 las especies más constantes fueron: *Holacanthus ciliaris* (pez angel), *Pomacanthus arcuatus* (pez angel) y *Anisotremus virginicus* (chabelita). Y para la temporada 1999-2000 no se registró ninguna constante, sin embargo *Calamus sp* y *Epinephelus morio* (mero) se presentaron en siete de los ocho meses que duró la temporada. Cabe mencionar que *Epinephelus morio* se encuentra catalogada como de uso comercial. Las especies menos encontradas para la temporada 1997-1998 fueron: *Aluterus shoepfi*, *Caranx crysos* (jurel), *Uraspis secunda* (jurel), *Megalops atlanticus* y *Scorpaena brasiliensis* (pez piedra) ya que sólo se registraron en un mes de la temporada. En la temporada 1998-1999 fueron: *Caranx hippos*, *Orthorpristis chrysoptera*, *Ginglymostoma cirratum* (tiburon gata), *Canthidermis suflamen* y *Diodon holocanthus* (pez globo). Finalmente para la temporada 1999-2000 fueron: *Chilomycterus shoefi*, *Astroscopus guttatus*,

A. Huitrón B. 2006. *Caracterización de los ensambles de peces, su relación con la heterogeneidad ambiental, y la pesquería de langosta en Isla Contoy, Quintana Roo, México.*

*Diplectrum formosum*, *Echeneis naucrates* (remora), y *Hippocampus erectus* (caballito de mar).

### **Abundancia**

La temporada en la cual se registró la mayor abundancia fue en 1997-1998 con 4247 individuos, mientras que la menor abundancia se registró en la temporada 1998-1999, con 334 individuos. En la temporada 1997-1998 la mayor abundancia se registró en el mes de noviembre, coincidiendo con la temporada 1999-2000, mientras que en la temporada 1998-1999 fue en el mes de octubre (Tabla 11).

Tabla 11. Abundancia (número de individuos) por mes de cada una de las tres temporadas.

<b>Mes</b>	<b>Abundancia 1997-1998</b>	<b>Abundancia 1998-1999</b>	<b>Abundancia 1999-2000</b>
JUL	-	-	43
AGO	-	-	60
SEP	1001	75	19
OCT	551	128	230
NOV	1290	87	236
DIC	931	-	39
ENE	331	26	104
FEB	143	18	177
<b>Total</b>	<b>4247</b>	<b>334</b>	<b>908</b>

Las tres familias que ocuparon el mayor porcentaje de la abundancia total dentro de las tres temporadas fueron: Haemulidae, Ostraciidae y Pomacanthidae.

Las cinco especies más abundantes de la temporada 1997-1998 fueron: *Lachnolaimus maximus* (boquinete), *Holacanthus bermudensis* (pez angel), *Lutjanus analis* (pargo), *Pomacanthus arcuatus* (pez angel) y *Lactophrys quadricornis* (torito). De las cuales, *Lachnolaimus maximus* y *Lutjanus analis* están catalogadas de uso comercial. Las más abundantes de la temporada 1998-1999 fueron: *Anisotremus virginicus*, *Holacanthus ciliaris*, *Lactophrys quadricornis*, *Pomacanthus arcuatus* y *Acanthurus sp* (pez cirujano). Para la temporada 1999-

A. Huitrón B. 2006. *Caracterización de los ensambles de peces, su relación con la heterogeneidad ambiental, y la pesquería de langosta en Isla Contoy, Quintana Roo, México.*

2000 fueron: *Holacanthus bermudensis* (pez angel), *Lactophrys quadricornis* (torito), *Lachnolaimus maximus*, *Paralichthys albigutta* (lenguado) y *Anisotremus virginicus*, siendo la especie *Lachnolaimus maximus* (boquinete) la única de uso comercial.

### **Diversidad**

La diversidad de los ensambles de peces de la FAC se analizó por mes para cada una de las 3 temporadas, para ello se elaboraron curvas de abundancia y se estimaron los índices de diversidad de Shannon.

Para analizar la diversidad de peces en la temporada 1997-1998 se presenta la relación entre el rango de abundancia específica y la abundancia proporcional acumulada de cada especie por mes (Figura 18). La curva superior, que pertenece al mes de noviembre presenta mayor dominancia y la curva del mes de febrero presenta la menor abundancia específica. Mientras que la curva inferior, que pertenece al mes de septiembre, presenta la menor dominancia y la curva de noviembre la mayor riqueza específica.

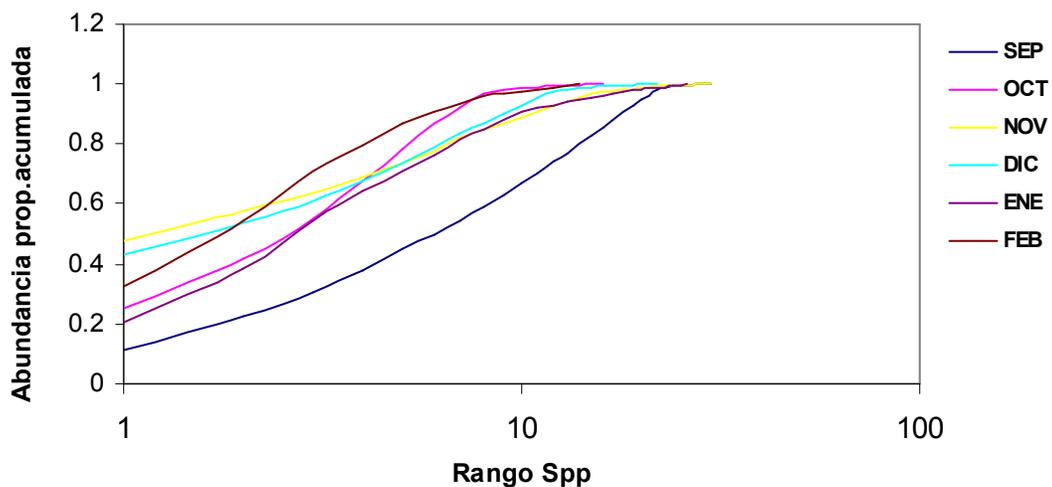


Figura 18. Relación entre el rango de abundancia de especies y la abundancia proporcional acumulada por mes de la temporada 1997-1998.

Los valores de diversidad estimados por el Índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ) mostraron variación entre los diferentes meses de ésta temporada (Tabla 12). El

A. Huitrón B. 2006. *Caracterización de los ensambles de peces, su relación con la heterogeneidad ambiental, y la pesquería de langosta en Isla Contoy, Quintana Roo, México.*

valor de diversidad más alto se registró en el mes de septiembre ( $H'=2.99$ ), mientras que el más bajo se registró en febrero ( $H'=1.92$ ).

Tabla 12. Valores de diversidad ( $H'$ ) por mes de la temporada 1997-1998.

Mes	Abreviación	Diversidad ( $H'$ )
Septiembre	SEP	2.996
Octubre	OCT	2.087
Noviembre	NOV	2.087
Diciembre	DIC	2.082
Enero	ENE	2.431
Febrero	FEB	1.920

En el caso de la diversidad de peces dentro de la FAC de la temporada 1998-1999, se observa la relación entre el rango de abundancia específica y la abundancia proporcional acumulada de cada especie (Figura 19). En esta gráfica, la curva superior, que pertenece al mes de enero presenta mayor dominancia y la curva del mes de febrero presenta la menor abundancia específica. Mientras que la curva inferior, que pertenece al mes de octubre, presenta la menor dominancia y la mayor riqueza específica, por lo tanto la mayor diversidad.

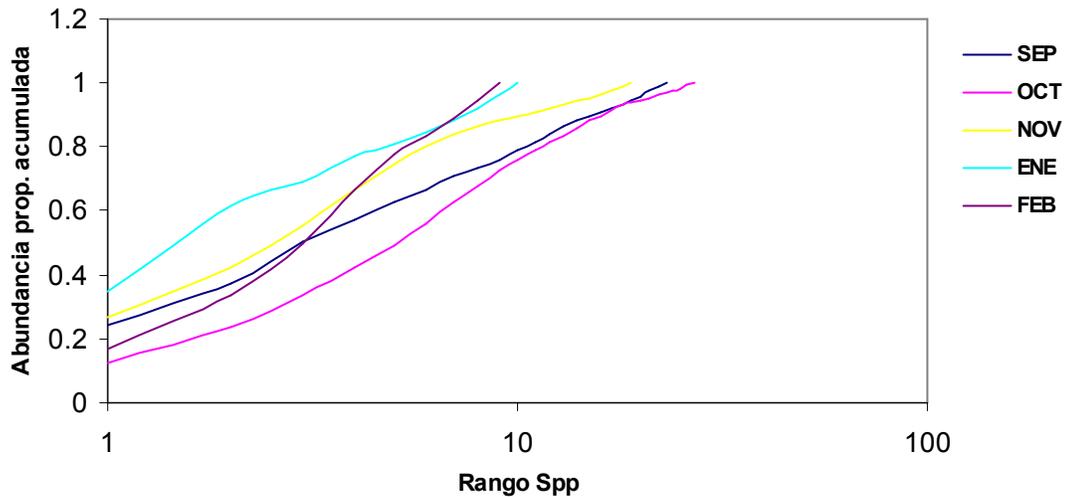


Figura 19. Relación entre el rango de abundancia de especies y la abundancia proporcional acumulada por mes de la temporada 1998-1999.

Por medio del Índice de Shannon-Weaver ( $H'$ ) se obtuvieron los valores de diversidad, los cuales también mostraron variación entre los diferentes meses de la temporada 1998-1999 (Tabla 13). El valor más alto se encontró en el mes de octubre ( $H'=2.898$ ), mientras que el más bajo se presentó en enero ( $H'=1.866$ ).

Tabla 13. Valores de diversidad ( $H'$ ) por mes de la temporada 1998-1999

Mes	Abreviación	Diversidad ( $H'$ )
Septiembre	SEP	2.692
Octubre	OCT	<b>2.898</b>
Noviembre	NOV	2.325
Enero	ENE	1.866
Febrero	FEB	2.080

Finalmente, la diversidad de peces de la temporada 1999-2000 se analizó tomando en cuenta la relación entre el rango de abundancia específica y la abundancia proporcional acumulada de cada especie (Figura 20). La curva superior, que pertenece al mes de agosto presenta mayor dominancia y la curva del mes de septiembre presenta la menor abundancia específica. Mientras que la

curva inferior, que pertenece al mes de noviembre presenta la menor dominancia y la curva del mes de octubre la mayor riqueza específica.

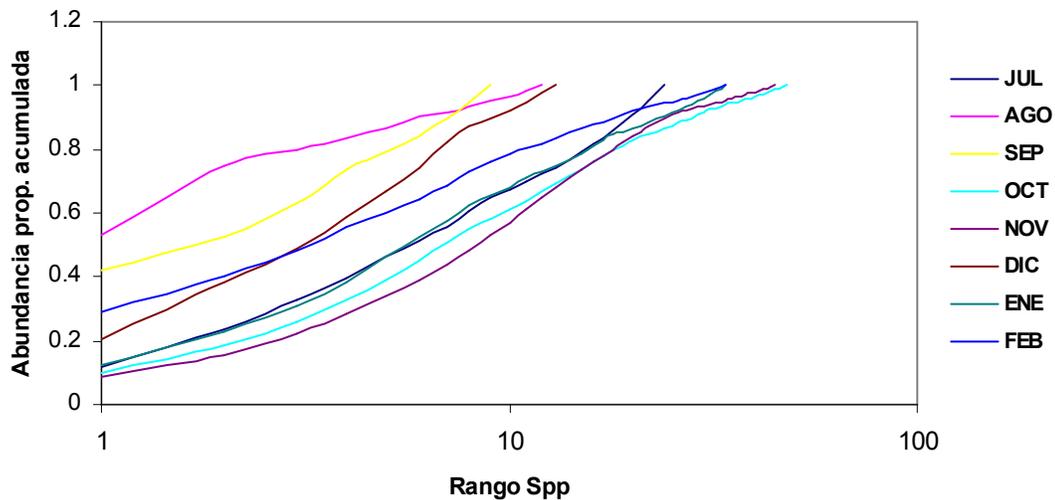


Figura 20. Relación entre el rango de abundancia de especies y la abundancia proporcional acumulada por mes de la temporada 1999-2000.

Los valores de diversidad obtenidos por el Índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ), mostraron gran variación entre los diferentes meses de la temporada 1999-2000 (Tabla 14). En ésta temporada, el valor más alto se presentó en noviembre ( $H'=3.366$ ) siendo ligeramente mayor que el del mes de octubre. Mientras que el valor más bajo se encontró en agosto ( $H'=1.565$ ).

Tabla 14. Valores de diversidad ( $H'$ ) por mes de la temporada 1999-2000

Mes	Abreviación	Diversidad ( $H'$ )
Julio	JUL	2.975
Agosto	AGO	1.565
Septiembre	SEP	1.849
Octubre	OCT	3.360
Noviembre	NOV	<b>3.366</b>
Diciembre	DIC	2.314
Enero	ENE	3.116
Febrero	FEB	2.729

Ninguna de las tres temporadas presentó un mes en común con respecto a la mayor diversidad. Sin embargo se observó que los meses más diversos de las tres temporadas variaron entre Septiembre, Octubre y Noviembre.

### **Estructura trófica**

Se analizó la estructura trófica de los ensambles de peces de la fauna de acompañamiento de las tres temporadas (Figura 21). El grupo trófico dominante de las tres temporadas fue el de los bentófagos, constituyendo más del 60% en cada una de ellas. El segundo grupo trófico dominante de las temporadas 1997-1998 y 1999-2000, fueron los consumidores de invertebrados; mientras que para la temporada 1998-1999 fueron los herbívoros. El tercer grupo trófico dominante de la temporada 1997-1998 fue el de los herbívoros, mientras que para las temporadas 1998-1999 y 1999-2000 fue el de los ictiófagos. La única temporada en la cual se registraron individuos de los siete grupos tróficos fue la 1999-2000.

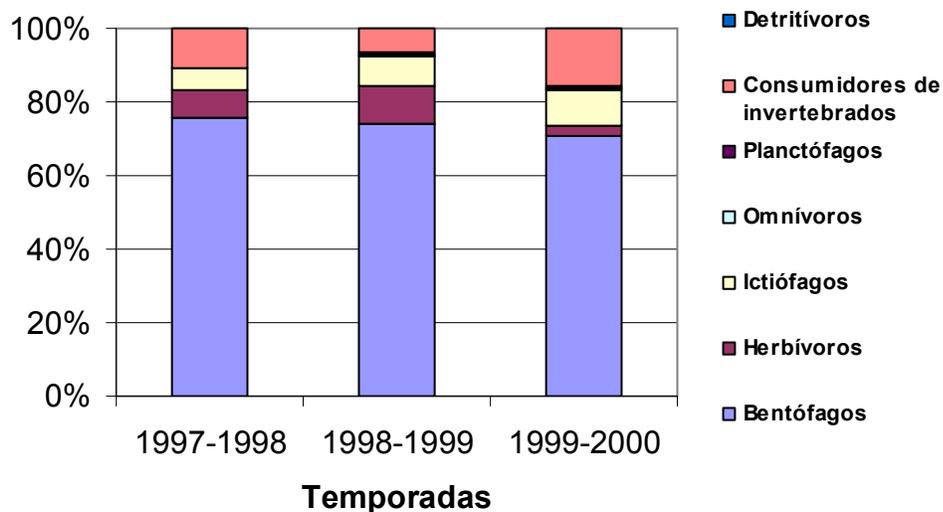


Fig.21. Estructura trófica de los ensambles de peces de la fauna de acompañamiento de las tres temporadas de pesquería de langosta.

### **6.3.1. Comparación de los ensambles de peces de la fauna de acompañamiento de la pesquería de langosta de las tres temporadas.**

Se compararon estadísticamente los resultados de la FAC de las tres temporadas con base en los parámetros de riqueza específica, abundancia y diversidad de peces. Para éste análisis se tomaron en cuenta sólo cinco meses de cada temporada (septiembre, octubre, noviembre, enero y febrero), ya que fue necesario excluir aquellos meses de los cuales no existía muestra para las tres temporadas.

- La riqueza específica promedio por año más alta se registró en la temporada 1999-2000. Sin embargo no se encontraron diferencias significativas entre las tres temporadas ( $R^2=0.32$ ,  $p=0.092$ ).
- La abundancia promedio más alta se registró en la temporada 1997-1998. Se encontraron diferencias significativas entre las tres temporadas ( $R^2=0.52$ ,  $p=0.011$ ).
- El valor de diversidad promedio  $H'$  (Shannon-Wiener) más alto registrado fue para la temporada 1999-2000. Sin embargo no se encontraron diferencias significativas entre las tres temporadas ( $R^2=0.24$ ,  $p=0.186$ ).

#### **6.4. Comparación de los ensambles de peces por censo visual y los ensambles de peces de la fauna de acompañamiento.**

En esta última sección de los resultados se analiza la relación encontrada entre los peces de la FAC con la estructura de los ensambles por medio de los censos visuales.

Esto se llevó a cabo con la finalidad de comparar los ensambles por censo visual y FAC en términos de riqueza específica, composición específica, distribución, abundancia, diversidad y estructura trófica.

Para efectos de dicha comparación se decidió utilizar solamente una de las tres temporadas de pesca de langosta analizadas, ya que las pruebas estadísticas mostraron que no hay diferencias significativas entre ellas (sección 6.3.1.). De este modo, la temporada que se eligió fue la 1999-2000, debido a que era la más reciente y cercana a la fecha en que se evaluó el ensamble de peces alrededor de la isla, además de que se logró identificar a un mayor número de especies durante los muestreos.

- **Riqueza y composición específica**

En la caracterización de los ensambles por censos visuales se registró una riqueza de 114 especies pertenecientes a 57 géneros y 31 familias, en comparación con los ensambles de la FAC, en donde se registraron 88 especies pertenecientes a 52 géneros y 38 familias. Las especies que coinciden en ambos ensambles fueron 46 entre ellas se pueden mencionar a *Archosargus probatocephalus*, *Caranx bartholomei*, *Caranx ruber*, *Dasyatis americana*, *Epinephelus morio*, *Gerres cinereus*, *Lachnolaimus maximus*, *Lutjanus analis*, *Lutjanus chrysurus*, *Lutjanus griseus*, *Mycteroperca bonaci*, *Scarus guacamaia*, y *Sphyraena barracuda* (Anexo 8). Siendo algunas de ellas de importancia comercial.

Las cinco familias mejor representadas por número de especies en los ensambles por censos visuales fueron: Labridae, Serranidae, Haemulidae, Scaridae y Pomacentridae. Mientras que para los ensambles de la FAC fueron: Haemulidae, Carangidae, Sparidae, Lutjanidae y Pomacanthidae.

Para la comparación de los listados de los ensambles por ambos métodos se calculó el Índice de similitud de Jaccard (Magurran, 1988), encontrándose un valor de 0.227. Demostrando la baja similitud que existe entre ambos ensambles. Este Índice oscila entre 0 y 1, donde 0 representa una baja similitud y 1 representa una alta similitud.

- ***Distribución y Abundancia***

Las cinco especies con distribución más amplia dentro del área de estudio por censos visuales, ya que se registraron en todas o casi todas las localidades fueron: *Halichoeres bivittatus*, *Acanthurus coeruleus*, *Acanthurus bahianus*, *Anisotremus virginicus* y *Haemulon flavolineatum*. Mientras que las cinco especies que fueron registradas casi en todos los meses de la temporada en los ensambles de la FAC fueron: *Calamus sp.*, *Epinephelus morio*, *Anisotremus virginicus*, *Lachnolaimus maximus* y *Lutjanus griseus*. Ambos ensambles coinciden en la especie *Anisotremus virginicus*, siendo una de las especies con distribución más amplia en Isla Contoy y una de las especies registradas comúnmente en las redes de los pescadores en los ensambles de la FAC.

Las cinco familias que destacaron por su alta abundancia de individuos en los ensambles por censos visuales fueron: Haemulidae, Lutjanidae, Scaridae, Labridae y Gerreidae. Mientras que para los ensambles de la FAC fueron: Pomacanthidae, Ostraciidae, Haemulidae, Lutjanidae y Serranidae. Las cinco especies más abundantes de los ensambles por censos visuales fueron: *Lutjanus griseus*, *Haemulon sciurus*, *Haemulon flavolineatum*, *Scarus iserti* y *Anisotremus virginicus*. Para los ensambles de la FAC fueron: *Holacanthus bermudensis*, *Lactophrys quadricornis*, *Lachnolaimus maximus*, *Paralichthys albigutta*, *Anisotremus virginicus*. Coincidiendo en la especie *Anisotremus virginicus* como una de las más abundantes tanto de los ensambles por censo visual como dentro de los ensambles de la FAC.

- **Estructura trófica**

La estructura trófica de ambos ensambles fue similar en términos del grupo trófico. Se encontró que el de los bentófagos fue el grupo dominante. Sin embargo, se encontraron variaciones en términos de las proporciones respecto a los demás grupos tróficos encontrados. Para el ensamble por censo visual, el segundo grupo dominante fue el de los herbívoros, mientras que para el ensamble de la FAC fue el de los consumidores de invertebrados. El tercer grupo dominante para ambos ensambles fue el de los ictiófagos pero en diferentes proporciones. El cuarto grupo en importancia para el ensamble por censo visual fue el de los omnívoros, mientras que para el ensamble de la FAC fue el de los herbívoros. El quinto grupo de importancia para el ensamble por censo visual fue el de los consumidores de invertebrados. En el caso del ensamble de la FAC los planctófagos, omnívoros y detritívoros constituyeron los porcentajes más bajos. El grupo de detritívoros no fue registrado en el ensamble por censo visual (Figura 22).

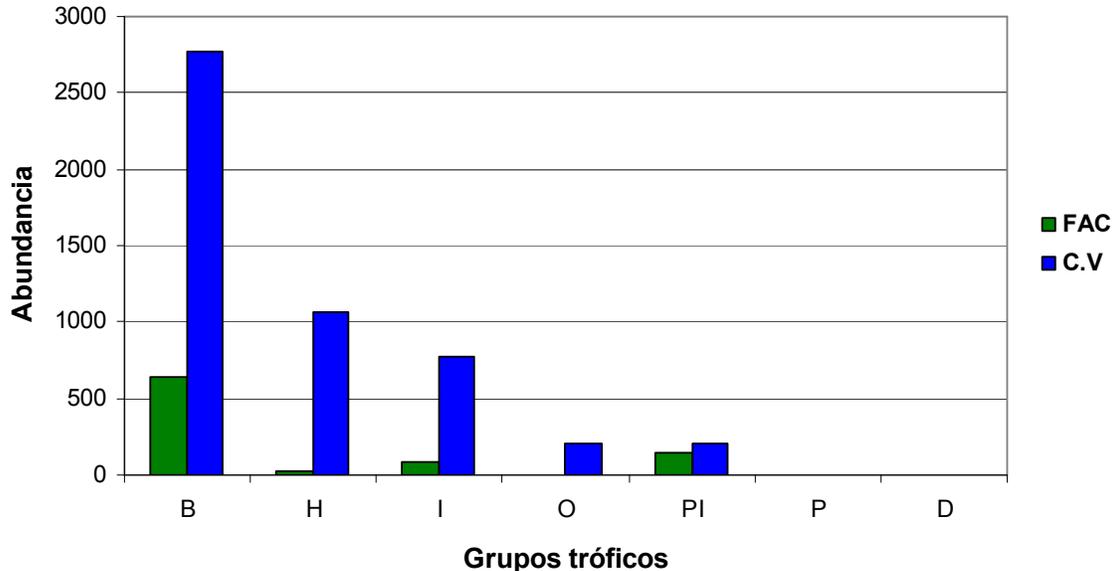


Fig. 22. Abundancia (número de individuos) por grupo trófico (B=bentófagos, H=herbívoros, I=Ictiófagos, O=omnívoros, PI consumidores de invertebrados, P=planctófagos, D=detritívoros) de ambos ensambles, de la FAC=Fauna de acompañamiento, y de los C.V=censos visuales.

## 7. DISCUSION

- **Caracterización de los ensambles de peces**

El número de especies registradas fue de 114. La estructura y composición de la diversidad encontrada en el Parque Nacional Isla Contoy es semejante a otros trabajos realizados en el Caribe Mexicano. Guevara-Muñoz (1998) registró 129 especies en el Parque Marino Chankanaab, coincidiendo en un 55% con el presente estudio. Mientras que, Macías-Ordóñez (1994) reportó 86 especies en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, con una coincidencia con este estudio de casi el 70%. Ambos estudios utilizaron el método de muestreo mediante censos visuales. Por otro lado, un estudio previo sobre la ictiofauna de Isla Contoy (Morales-Delgadillo y Salinas, 1988) registró un total de 108 especies. En ese estudio únicamente se realizaron muestreos en la zona de sotavento de la isla, mientras que en este trabajo se analizaron tanto la zona de sotavento y barlovento. Al comparar los ensambles de la zona de sotavento de ambos estudios se observó una coincidencia del 60%. Esta diferencia de especies puede deberse a variaciones del muestreo, ya que Morales-Delgadillo y Salinas utilizaron métodos esencialmente de captura, como redes, trampas y arpón, mientras que en el presente estudio sólo se realizaron censos visuales. Estos censos están considerados como el mejor método no invasivo para el estudio de ensambles de peces (Kimmel, 1985; Samoilys, 2000), sin embargo presentan desventajas, como subestimar las especies crípticas y nocturnas (Brock, 1982). Finalmente el factor estacional también puede influir en las diferencias, ya que los muestreos del trabajo de Morales-Delgadillo y Salinas se realizaron durante los meses de mayo-agosto, mientras que los censos del presente trabajo se realizaron antes de estas fechas (febrero-mayo), y de acuerdo con Sale *et al* (1984), la composición y el número de especies de peces puede variar estacionalmente.

La zona de barlovento (costa este), está constituida en gran parte por zonas rocosas fuertemente erosionadas por el oleaje proveniente de mar abierto y por el impacto de los vientos del sur-este; mientras que la zona de sotavento

A. Huitrón B. 2006. *Caracterización de los ensambles de peces, su relación con la heterogeneidad ambiental y la pesquería de langosta en Isla Contoy, Quintana Roo, México.*

(costa oeste) presenta una alternancia de zonas rocosas y arenosas en proporción variable, lo cual puede tener efecto sobre el establecimiento diferencial de las especies. Las variaciones de riqueza específica que existen entre las localidades de Isla Contoy, es congruente con el gradiente creciente de diversidad de organismos bentónicos de norte a sur que describen Lara *et al* (1994) a lo largo de la isla.

La mayor riqueza específica y diversidad en la localidad de Punta Sur puede atribuirse a dos factores básicos: la composición de su sustrato y su localización geográfica. La localidad de Punta Sur se caracteriza por presentar sustratos de tipo pastizal, gorgonáceos, cabezos de coral y esponjas (Tabla 9), los cuales se sabe que favorecen la crianza, proveen refugios y fuentes ricas de alimentación para un gran número de especies (Ogden y Zieman, 1977; Ogden, 1980; Ogden y Gladfelter, 1983; Shulman, 1985; Bell *et al.* 1987; NOAA, 1998; Syms y Jones, 2001). Por otro lado, Punta Sur se encuentra en la vecindad de la estructura arrecifal denominada Ixlaché.

A este respecto, se sabe que los arrecifes coralinos constituyen comunidades altamente complejas que albergan una gran diversidad de especies (Loya, 1972), lo cual podría estar influyendo sobre la riqueza y diversidad de áreas aledañas. Estructuralmente, las características topográficas similares a las del arrecife Ixlaché son propicias para el crecimiento de comunidades bentónicas capaces de soportar una mayor diversidad de especies. Resulta interesante hacer notar que en los censos de este muestreo fue posible distinguir la presencia de peces del género *Stegastes* (damiselas), en particular se registró la presencia de *Stegastes leucostictus* y *Stegastes planifrons* que se caracterizan por ser peces con hábitos territoriales. En un trabajo anterior, Basurto-Lozano (2001) demostró que estas dos especies se encuentran entre las cinco más abundantes del arrecife Ixlaché y en nuestro trabajo observamos su presencia en Punta Sur, pero no las encontramos en la localidad de Punta Norte, lo cual parece apoyar la tendencia de que la diversidad del arrecife influye sobre sus áreas vecinas, en este caso Punta Sur.

Respecto a los valores de abundancia y densidad, los niveles más altos se registraron en Punta Norte, localidad que presenta un sustrato rocoso cubierto por pastizal (Tabla 9), lo cual sugiere la presencia de microhábitats, así como una mayor disponibilidad de refugios y alimento para soportar grandes cantidades de peces. En trabajos previos se ha sugerido que ciertas condiciones o recursos como alimento y refugios, influyen en la distribución y abundancia de los peces (Luckhurst y Luckhurst, 1978; Robert y Ormond, 1987). Adicionalmente, se ha detectado que ocurre un fenómeno de afloramiento de aguas profundas, lo que induce un enriquecimiento de las aguas superficiales, generando áreas de alta productividad con alimento disponible para todos los niveles tróficos (Merino, 1997), lo cual ayuda a explicar lo observado en Punta Norte.

Respecto a los valores de riqueza de especies, abundancia, densidad y diversidad encontrados en el Centro de Visitantes, se sugiere que en ella existe un ambiente propicio para la crianza, refugio y alimentación de diversas especies (Shulman, 1985; Bell *et al*, 1987; Claro, 1994; Nagelkerken *et al*, 2000b; Nagelkerken *et al*, 2000c; Syms y Jones, 2001, Nagelkerken *et al* 2001). Los resultados obtenidos a través del análisis de riqueza específica por categoría de sustrato, para esta localidad muestran que adicional a los factores mencionados, la presencia de algas y pastizal pudieran estar asociados con los mayores valores de riqueza específica encontrados en este trabajo.

Por otro lado, se observó una tendencia a la disminución de la riqueza asociada con la cercanía de lagunas (Figura 3), especialmente en las localidades de Laguna Norte y Laguna Sur. Quizá esto se deba a que en dichas lagunas se presentan diferentes niveles de eutroficación debidos a la alta concentración de materia orgánica proveniente, en algunos casos, del guano de las aves que suelen anidar en sus alrededores, y en otros de la materia orgánica producida por lo manglares que rodean a algunas de éstas lagunas. Cabe mencionar que el poco recambio de agua puede también contribuir al fenómeno de eutroficación, y este a su vez generar condiciones no aptas para el desarrollo

A. Huitrón B. 2006. *Caracterización de los ensambles de peces, su relación con la heterogeneidad ambiental y la pesquería de langosta en Isla Contoy, Quintana Roo, México.*

de fauna y flora marina que puede servir de sustrato y alimento para la ictiofauna.

Los valores más bajos de riqueza de especies, abundancia, densidad y diversidad registrados en la localidad de Laguna Norte se pueden explicar por varios factores: la presencia de un sustrato arenoso con pastizales (Tabla 9), ofrece pocos refugios y baja disponibilidad de alimentos (Claro, 1994); la constante depositación de guano por parte de las aves marinas, constituyendo un ambiente con cierto grado de eutroficación, es decir con altos niveles de nutrientes, impidiendo así el establecimiento de ciertas poblaciones de corales, y peces (McCook, 1999), y favoreciendo las tasas de crecimiento de macroalgas (Thacker *et al*, 2001). Por otro lado, la turbidez de sus aguas puede reducir la diversidad y cobertura de los corales modificando la composición específica de peces excluyendo un gran número de especies (Adjeroud *et al*, 1998). La mayoría de las familias de peces arrecifales prefieren aguas claras que turbias, con excepción de aquellas que están adaptadas para vivir en esas condiciones (Letourneur *et al*, 1998).

Las cinco familias que en este trabajo presentaron mayor abundancia fueron: Haemulidae, Lutjanidae, Scaridae, Labridae y Gerreidae. Estas han sido reportadas por otros autores como abundantes y de amplia distribución en diversas partes del mundo (Choat y Bellwood, 1991; Sale, 1991; Williams, 1991). La familia Haemulidae presentó el mayor número de individuos, representando el 28.69% del total del ensamble de peces de Isla Contoy, la alta abundancia de ésta familia coincide con lo reportado anteriormente por Morales-Delgadillo y Salinas (1988).

En varios trabajos ha sido reportado que los peces bentófagos representan la categoría principal en la estructura trófica (Williams y Hatcher, 1983; Sano *et al*, 1984). Nuestro estudio coincide con este concepto, ya que se observó una amplia dominancia de peces bentófagos en la estructura trófica del

A. Huitrón B. 2006. *Caracterización de los ensambles de peces, su relación con la heterogeneidad ambiental y la pesquería de langosta en Isla Contoy, Quintana Roo, México.*

ensamble a lo largo de toda el área de estudio. Harmelin-Vivien y Bouchon-Navaro (1983) mencionan que los peces herbívoros constituyen uno de los grupos más importantes en los sistemas arrecifales. En concordancia con lo anterior, en el presente trabajo se observó que los herbívoros representan la segunda categoría en la estructura trófica de la isla. La herbivoría es muy importante en la organización de los ecosistemas arrecifales, pues influye en la determinación de la abundancia y distribución de las algas (Hay, 1997). Los herbívoros modifican la composición y biomasa de la algas (Hay *et al*, 1988), manteniendo un equilibrio que se refleja en una comunidad coralina sana sin sobrecrecimiento algal (Goreau *et al*, 1979). Las especies de herbívoros dominantes que se observaron, principalmente de las familias Scaridae y Acanthuridae, coinciden con las reportadas en trabajos anteriores (Bouchon-Navaro y Harmelin-Vivien, 1981; Meekan y Choat, 1997). La depredación por parte de los ictiófagos es un factor importante para el mantenimiento de la estructura de ensambles de peces arrecifales (Carr y Hixon, 1995; Stewart y Jones, 2001). En el área de estudio los ictiófagos, representados principalmente por especies de las familias Lutjanidae, Sphyraenidae y Serranidae, se encuentran sujetas a presiones antropogénicas, ya que debido a su alto precio comercial son explotados, como en la mayoría de las regiones tropicales (Arreguin-Sanchez *et al*, 1998). Jennings y Pollunin (1997) han determinado que la presión pesquera puede ocasionar una disminución en la abundancia y talla de las especies ictiófagas, por lo que resulta importante mantener un control estricto del nivel de explotación de estos peces en Isla Contoy para conservar su equilibrio.

A pesar de que los valores de riqueza, distribución, abundancia y diversidad variaron en las diferentes localidades del área estudiada en este trabajo, la estructura trófica fue similar en la mayoría de ellas. Con excepción de la Laguna de Puerto Viejo, donde los ictiófagos ocuparon un alto porcentaje. Quizá esto se deba a que en la localidad se desarrollan las etapas juveniles de muchas especies, por lo que números considerables de ictiófagos acuden a ella para alimentarse de los peces juveniles establecidos.

La composición del sustrato que caracteriza a la localidad de Centro de Visitantes, provocó que esta fuera también una de las zonas con la estructura trófica más completa, misma en la que se encontraron representados individuos de la mayoría de los grupos tróficos conocidos. Esto sugiere que la citada localidad es una zona de concentración para alimentación de la ictiofauna.

En fechas recientes se ha estudiado la importancia de los manglares y hábitats de aguas someras para la crianza de juveniles de muchas especies de peces (Nagelkerken *et al*, 2000b; Nagelkerken *et al*, 2000c; Nagelkerken *et al*, 2001). Se ha demostrado que la complejidad estructural que ofrecen los manglares, gorgonáceos y pastizales, proveen refugio, protección y alimento que favorecen la abundancia y riqueza de peces en etapa juvenil (Nagelkerken *et al*, 2000b). De acuerdo con lo anterior, la Laguna de Puerto Viejo, que se encuentra rodeada por manglares, proporciona el hábitat propicio para el desarrollo de peces en etapa juvenil, esto fue constatado en el presente estudio, ya que en ésta localidad se registró el mayor número de juveniles, en términos de riqueza de especies y abundancia. Las familias mejor representadas fueron Haemulidae, Pomacanthidae y Labridae (Anexo2).

Debido a que las etapas juveniles son fuente accesible de alimentación, se esperaría que en las zonas con alta proporción de estos individuos se establecieran distintas estructuras tróficas. Este fenómeno se observa claramente en la Laguna de Puerto Viejo, donde se registró un alto porcentaje de individuos juveniles. Adicional a ello, se encontró un número elevado de ictiófagos. Estos elementos sugieren que, dicha laguna presenta una gran variedad de organismos que sirven de alimento para distintos niveles tróficos. Por lo tanto, esta laguna se sugiere sea considerada como una de las áreas más importantes de crianza, refugio y alimentación de peces de la isla.

- **Relación entre la estructura de los ensambles de peces y la heterogeneidad ambiental**

Distintos autores han examinado la relación entre la estructura de los ensambles de peces y los ambientes arrecifales, así como las características o variables ambientales, entre ellos podemos mencionar a Luckhurst y Luckhurst (1978), Roberts y Ormond (1987), Jennings *et al* (1996), Chabanet *et al* (1997) y Ferreira *et al* (2001). En esta sección se discute la relación entre los ensambles de peces de Isla Contoy y los cinco tipos de sustrato: pastizal, gorgonáceos, algas, arenal y cabezos, encontrados en las diez localidades tomadas en cuenta dentro de este estudio.

- Pastizal

Se reconoce que la complejidad estructural del hábitat determina la abundancia de los organismos marinos (McCormick, 1994) y la estructura de los ensambles de peces (Nanami y Nishihira, 2002). El sustrato de pastizal está constituido por pastos marinos, cuyo papel en los ecosistemas costeros no se limita a su actividad como productores primarios, sino que también son estabilizadores de sedimento, proporcionan hábitats y refugios para numerosas especies, además de ser altamente eficientes en el reciclaje de los nutrientes de las aguas marinas y sedimentos. Así mismo, los pastizales juegan un papel muy importante para los ensambles de peces, ya que la complejidad dada por las morfologías de las hojas, la cobertura de organismos epífitos, y la densidad de tallos, ofrece hábitats, alimento y refugio a muchas especies de importancia ecológica y comercial (Dawes, 1986; Duarte, 1989; Lindeman *et al*, 2000).

El presente estudio muestra que en Isla Contoy las regiones de pastizal son las más ricas en términos de riqueza, abundancia y diversidad de peces, lo cual indica que los pastizales son de una importancia clave para el ecosistema estudiado. En ellos, los peces encuentran espacio, alimento disponible y heterogeneidad estructural, lo cual les provee refugio a muchas especies de importancia ecológica y comercial (Heck y Wetstone, 1977). Los scáridos (loros),

A. Huitrón B. 2006. *Caracterización de los ensambles de peces, su relación con la heterogeneidad ambiental y la pesquería de langosta en Isla Contoy, Quintana Roo, México.*

suelen forrajear sobre las hojas de pastos marinos, formando cardúmenes mixtos con otras especies (Choat y Bellwood, 1985). Mientras que los haemúlidos (roncos) y lutjánidos (pargos) utilizan este hábitat como área de crianza y apareamiento (Weinstein y Heck, 1979).

El pastizal, como fuente de refugio contra depredadores y como fuente de alimento (Levin *et al*, 1997), lo hace un hábitat ideal para el mantenimiento de peces en etapa juvenil. En el presente trabajo fue posible corroborar lo anterior, ya que se observó que las áreas de pastizal son las que presentan la mayor riqueza de juveniles. Dos de las especies más abundantes en este estudio, *Scarus iserti* (pez loro), y *Haemulon flavolineatum* (ronco) fueron estudiadas por Nagelkerken *et al* (2001), quien determinó que para la primera, el sustrato pastizal es un área de crianza obligada, mientras que para la segunda, los pastos son zonas de crianza facultativa, es decir que puede usar otros sustratos para la crianza de juveniles.

Las zonas con sustrato de pastizal estudiadas presentan una compleja estructura trófica, en la cual se encuentran representados individuos pertenecientes a las seis categorías tróficas conocidas. Estas observaciones sugieren que en las áreas estudiadas existe una gran variedad de fuentes de alimento capaces de sostener ricas cadenas tróficas. La presencia de un gran número de ictiófagos en los pastizales estudiados concuerda con observaciones anteriores, que indican que los pastos marinos proveen un hábitat de forrajeo para un ensamble diverso de peces depredadores, mucho de los cuales son ictiófagos (Hindell *et al*, 2000). Finalmente, las características de los pastizales estudiados coinciden con aquellas determinadas por otros autores, quienes han observado que los pastos marinos están asociados significativamente a la riqueza, abundancia y diversidad de peces adultos y juveniles, debido a una heterogeneidad ambiental determinante en el establecimiento y desarrollo de diversas especies de peces (Ferreira *et al*, 2001)

- Gorgonáceos

La estructura trófica presente en este tipo de sustrato dentro del área de estudio, está dominada por los organismos bentófagos, con una amplia presencia de ictiófagos. Uno de los más abundantes, *Lutjanus griseus* (pargo), se ha estudiado con anterioridad, y se sabe que utiliza este sustrato como refugio y fuente de alimento (Claro, 1994). Dentro del grupo de los herbívoros una de las familias que en este trabajo se presenta con mayor abundancia es la Scaridae (loros), que ha sido considerada como una de las familias más importantes del Caribe (Bruggemann *et al*, 1994). Los integrantes de esta familia son muy importantes para el ecosistema que habitan, ya que además de consumir algas macroscópicas, detritus y sedimentos, llegan a ingerir algunas especies de esponjas crípticas, que pueden estar asociadas con los gorgonáceos (Choat *et al*, 2002; Wulff, 1997).

Las zonas con sustrato de gorgonáceos representan en Isla Contoy la segunda en importancia para la crianza de peces etapas juveniles. Algunas de las especies más abundantes, como *Haemulon flavolineatum* y *Scarus iserti*, también se encuentran en abundancia en los pastizales estudiados. Esta observación coincide con anteriores reportes donde se determinó que aunque *H. flavolineatum* es más abundante en las camas de pastos marinos, puede encontrarse con frecuencia en áreas con sustrato de gorgonáceos adyacentes a éstas (Lieske y Myers, 1994). Peces juveniles de las especies *Stegastes leucostictus*, perteneciente al grupo de los pomacéntridos (damiselas), y *Thalassoma bifasciatum* del grupo de los lábridos, se encuentran ampliamente distribuidas en los sustratos de gorgonáceos del área de estudio, su presencia en este tipo de sustrato es común y ha sido reportada por otros autores (Chabanet *et al*, 1997; Syms y Jones, 2001).

- Arenal

Este sustrato se caracteriza por ser estructuralmente poco complejo, por lo que tiene una baja disponibilidad de refugios y fuentes de alimento. Es habitado por pocas especies que logran adaptarse a este ambiente de alta

vulnerabilidad a la depredación (Tupper y Juanes, 1999). Estas características son la razón por la que el sustrato arenal representa el de menor riqueza específica, abundancia y diversidad tanto de peces adultos como de juveniles. De tal forma, no es sorprendente que una de las pocas especies detectadas en éste sustrato sea *Gerres cinereus* (mojarra), la cual forma pequeñas agrupaciones (Randall y Vergara, 1978), y se caracteriza por ser altamente euritópica, es decir que puede adaptarse a condiciones estables del arrecife y a condiciones inestables de lagunas, siendo capaz de habitar en áreas arenosas, camas de pastos marinos y canales de manglares (Robins y Ray, 1986). Otro pez detectado en el arenal es *Ogcocephalus radiatus* conocido como pez diablo, la familia a la que pertenece ha sido observada previamente habitando fondos arenosos o limosos y pedacera de coral (Randall, 1996).

Los únicos ejemplares juveniles registrados en los arenales estudiados son de la especie *Gerres cinereus*. Este hecho es un reflejo de la capacidad adaptativa de esta especie y confirma observaciones anteriores que sugieren que esta especie sea favorecida por la presencia de áreas costeras someras como zonas de crianza (Nagelkerken *et al*, 2001).

- Algas

Los sustratos constituidos por algas representan el área de alimentación para herbívoros por excelencia (Shulman, 1985). En los sustratos de algas estudiados la familia Acanthuridae (cirujanos) es muy abundante. Este grupo de peces se caracteriza por alimentarse de algas epífitas que crecen sobre los corales y también pueden encontrarse en áreas cubiertas de algas (Claro, 1994), lo cual explica su presencia en este sustrato. Las algas se asocian con una gran variedad de organismos, como esponjas, crustáceos y moluscos, generando una alta complejidad estructural, que favorece primordialmente el desarrollo de peces en etapa juvenil (NOAA, 1998). Estas características del sustrato de algas parece haber favorecido una abundancia considerablemente alta de juveniles en el área de estudio. Entre los juveniles más abundantes se encuentra *Acanthurus bahianus*, cuya familia se caracteriza por alimentarse de algas epífitas y establecerse en sustratos algales con suma facilidad (Shulman, 1985).

- **Cabezos**

El patrón de especies detectado en este sustrato es muy similar al registrado en áreas de pastizal. Dicha semejanza podría deberse a que los cabezos se encuentran en zonas aledañas a los pastizales. El único parámetro que sobresalió fue la densidad, ya que este sustrato obtuvo el valor más alto. Esto debido a que se realizaron sólo tres transectos en este sustrato y se registraron más de 400 individuos (Figura 13), mostrando que los cabezos de coral poseen altas densidades. Esto concuerda con Nanami y Nishihira (2002), quienes indican que los cabezos de coral contribuyen al relieve bentónico y son factores determinantes para la riqueza, abundancia y densidad de peces.

Se considera pertinente realizar un estudio dedicado al análisis de este sustrato en especial, ya que los cabezos son de suma importancia por su contribución a la definición del relieve bentónico y la conformación de hábitats para especies particulares de peces (NOAA, 1998; Nanami y Nishihira, 2002).

- **Relación entre las localidades y la heterogeneidad ambiental**

Las localidades del área de estudio con mayor heterogeneidad ambiental, por haber presentado más categorías o tipos de sustrato fueron: Punta Sur, Barlovento Sur y Centro de Visitantes respectivamente (Tabla 9). Los sustratos registrados en estas localidades fueron pastizal, algas, gorgonáceos y cabezos. Esta heterogeneidad ambiental, favorece la crianza, provee refugios y constituye fuente de alimentación para un gran número de especies (Shulman, 1985; Bell *et al.* 1987; Claro, 1994; Nagelkerken *et al.* 2000b; Nagelkerken *et al.* 2000c; Syms y Jones, 2001; Nagelkerken *et al.* 2001), lo que puede estar relacionados con los niveles de riqueza y diversidad de especies encontradas. Esto concuerda con lo observado en el presente trabajo, ya que Punta Sur presentó los valores más altos de riqueza específica y diversidad, mientras que el Centro de visitantes ocupó el segundo lugar en abundancia, densidad y diversidad de especies.

Por otro lado, las localidades con menor heterogeneidad ambiental fueron: Punta Norte, Barlovento Norte y Laguna Sur respectivamente, ya que sólo se registró un sustrato en cada una. La localidad de Punta Norte, aún con la heterogeneidad ambiental que presentan, muestran los valores más altos de abundancia y densidad de individuos. Sin embargo como se mencionó anteriormente, otro factor que puede estar determinando esta evidencia, es la cercanía al afloramiento de aguas profundas (Merino, 1997), lo que genera áreas de alta productividad, favorece la presencia de alimento disponible para todos los niveles tróficos, así como de importantes cardúmenes de peces pelágicos, reflejándose en un efecto positivo sobre la abundancia y densidad de individuos.

- **Relación de los ensambles de peces con la fauna de acompañamiento de la pesquería de langosta**

La explotación de recursos en el ambiente marino puede impactar el ecosistema en diversas formas. Una de ellas es a través de la pesca incidental de especies no relacionadas con aquellas objeto de la práctica de explotación, lo que se conoce como fauna de acompañamiento (Blaber *et al*, 2000). En Isla Contoy, la explotación de langosta es la actividad pesquera de mayor relevancia social y económica. Las redes agalleras, utilizadas por los pescadores de Isla Contoy, implican la captura de fauna de acompañamiento (SEMARNAP, 1997).

En el presente trabajo se estudiaron los ensambles de peces de la fauna de acompañamiento de tres temporadas, 1997-1998, 1998-1999 y 1999-2000. Según lo observado en los resultados (sección 6.3.1.), se encontró una similitud de los parámetros de riqueza específica y diversidad, entre la fauna de acompañamiento de las tres temporadas. Lo cual puede deberse a cuestiones inherentes al método de pesca utilizado en el año particular, ya que en las tres temporadas se utilizaron las mismas redes, el mismo tipo de embarcaciones y el mismo grupo de pescadores.

Para explorar la relación de la fauna de acompañamiento de la pesquería de langosta con los ensambles de peces por censo visual, se realizó una comparación cuantitativa en términos de varios parámetros comunitarios (sección 6.4). La temporada empleada para la comparación fue la 1999-2000, ya que en ella se registró la mayor riqueza de especies (Figura 18), además de ser la más reciente. El alto número de especies registradas en esa temporada puede estar relacionado con el número de monitoreos realizados, ya que en esa temporada se revisaron 101 embarcaciones (Tablas 5 y 6 ). También puede estar relacionado con el tiempo de duración del monitoreo, ya que ésta temporada fue la más larga, abarcando ocho meses, mientras que las temporadas anteriores abarcaron seis.

El estudio comparativo entre los ensambles de peces registrados por ambos métodos (censo visual y fauna de acompañamiento), detecta que el 52.3% de las especies capturadas por las redes de la pesquería de langosta fueron observadas durante los censos visuales (Anexo 8) . En otros estudios se ha demostrado que los censos visuales presentan ciertas desventajas como subestimar las especies crípticas y nocturnas (Brock, 1982). Lo que puede explicar por que los censos visuales no registraron 42 especies presentes en la fauna de acompañamiento. Esta ausencia de registro de dichos organismos en los censos visuales también podría estar relacionada con los hábitos de esas especies, por ejemplo las pertenecientes a las familias Carcharhinidae (tiburones), Carangidae (jureles) y Sphyrnidae (tiburones martillo), las cuales se caracterizan por tener hábitos pelágicos (Claro, 1994), por lo que no es común encontrarlas en áreas someras cercanas a la isla, donde se realizaron los censos visuales. Por otro lado, algunas especies como *Rhinobatos lentiginosus* (pez guitarra) (Smith, 1997), al igual que especies de la familia Bothidae (Dennis y Bright, 1988), tienen como hábito enterrarse en los sustratos arenosos. Sin embargo las redes de pesca de langosta son colocadas cerca del sustrato, permaneciendo en el mar durante toda la noche, por lo que se logra atrapar especies poco conspicuas como las antes mencionadas.

A. Huitrón B. 2006. *Caracterización de los ensambles de peces, su relación con la heterogeneidad ambiental y la pesquería de langosta en Isla Contoy, Quintana Roo, México.*

Por otro lado, el índice de similitud de Jaccard demostró la baja similaridad de ambos ensambles. Sin embargo este índice tiene la desventaja de que no toma en cuenta la abundancia de las especies, solo la riqueza (Magurran, 1988).

Resulta interesante observar que dentro de las especies registradas como fauna de acompañamiento algunas son de importancia comercial, por ejemplo algunas especies de las familias Carcharhinidae (tiburones), Carangidae (jureles), Lutjanidae (pargos) y Serranidae (meros). Sin embargo, estas familias constituyeron porcentajes bajos con respecto a las familias no comerciales. La familia que constituyó el mayor porcentaje dentro de la fauna de acompañamiento fue la Pomacanthidae (15.53%), seguida por la Ostraciidae (12%), Haemulidae (9%), Lutjanidae (8.48%) y Serranidae (7.27%). Siendo las especies pertenecientes a las familias Pomacanthidae (ángeles) y Ostraciidae (toritos) las más afectadas por la pesquería de langosta. Estas especies arrecifales, son sacrificadas sin poder ser utilizadas con fines comerciales. Anteriormente estas familias fueron reportadas como fauna asociada a los hábitats artificiales para langostas en áreas aledañas a Contoy (Sosa-Cordero y Ramírez-González, 1999).

Cabe mencionar que las cinco especies más abundantes presentes en la fauna de acompañamiento fueron: *Holacanthus bermudensis* (pez ángel), *Lactophrys quadricornis* (torito), *Lachnolaimus maximus* (boquinete), *Paralichthys albigutta* (lenguado) y *Anisotremus virginicus* (chabelita). De estas, especies, sólo el boquinete es altamente apreciado (Claro, 1994). La alta incidencia de las especies mencionadas puede estar relacionada con sus hábitos de vida. Por ejemplo, la especie *Lachnolaimus maximus* (boquinete) generalmente se encuentra muy cerca del sustrato debido a sus hábitos alimenticios (Claro, 1994), además carece de agilidad de escape, siendo vulnerable de ser capturada. Mientras que la especie *Lactophrys quadricornis* (torito) se encuentra frecuentemente en pastizales (Tyler, 1978), su nado es

lento haciéndola susceptible de caer en las redes y a no poder escapar de ellas. El pez lenguado o *Paralichthys albigutta* posee el hábito de esconderse en las áreas arenosas (Lieske y Myers, 1994), haciéndolo vulnerable de ser atrapado por las redes. Finalmente, la especie *Anisotremus virginicus* de hábitos bentófagos y que habita fondos rocosos y coralinos (Courtenay y Sahlman, 1978), es una de las especies con más amplia distribución y abundancia en Isla Contoy, lo que aumenta la probabilidad de ser atrapada como fauna de acompañamiento durante la pesquería de langosta. Sin embargo para ver el impacto real de la pesquería de langosta sobre éstas especies sería conveniente realizar un estudio específico.

Es importante hacer notar que cuatro de las especies detectadas como fauna de acompañamiento en la captura de langosta con redes, se encuentran registradas en el Libro rojo de especies amenazadas de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) del año 2004. Estas especies son *Hippocampus erectus* (caballito de mar), *Lachnolaimus maximus* (boquinete), *Lutjanus analis* (pargo) y *Scarus guacamaia* (loro), las cuales están catalogadas como vulnerables debido a que están enfrentando un alto riesgo de extinción en el medio silvestre a mediano plazo (IUCN, 2004). En particular, la especie *Hippocampus erectus*, conocida como caballito de mar, se encuentra dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2000 (Protección ambiental-especies nativas de México de fauna y flora silvestres). Esta especie está considerada como sujeta a protección especial, ya que puede llegar a encontrarse amenazada por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se ha determinado la necesidad de propiciar su recuperación y conservación así como la de poblaciones de especies asociadas. Nuestros datos sugieren que la pesca de langosta en Isla Contoy podría estar contribuyendo a agudizar el problema de amenaza que enfrentan las poblaciones de caballitos de mar en el área.

En relación a la abertura de malla de las redes de los pescadores, se constató que el tamaño utilizado era cercano a los 15 cm. Por ello, la selectividad del arte de pesca, ya que no permite que especies de menor

A. Huitrón B. 2006. *Caracterización de los ensambles de peces, su relación con la heterogeneidad ambiental y la pesquería de langosta en Isla Contoy, Quintana Roo, México.*

tamaño como las pertenecientes a las familias Pomacentridae (damiselas), Chaetodontidae (mariposas), y Labridae (doncellas) registradas por censos visuales, sean capturadas durante la pesquería de langosta. La única especie perteneciente a la familia Labridae que fue capturada por las redes fue *Lachnolaimus maximus* (boquinete), posiblemente debido a que es la especie de mayor talla de su familia (Claro, 1994).

Al realizar un análisis de los grupos tróficos que son afectados por la pesca de langosta, se observa que el grupo más abundante es el de los bentófagos. Es muy probable que esto esté determinado por la alta disponibilidad de dichos peces, ya que los censos visuales muestran que este grupo trófico es dominante.

Los resultados del presente trabajo sugieren que la pesca de langosta en Isla Contoy, tiene efecto sobre los ensambles de peces que naturalmente habitan esta zona. Por este motivo, se sugiere realizar una revisión del arte de pesca que se emplea, con la finalidad de reducir el efecto sobre ciertas especies arrecifales vulnerables. De hecho, existen artes de pesca alternativas que ya son utilizados para la captura de langosta en la zona central de Quintana Roo, como son las nasas (trampas) y los refugios artificiales (sombras o casitas cubanas) (Lozano, 1988), los cuales constituyen métodos más selectivos y que implican por lo tanto un menor daño al ecosistema. La propuesta de un nuevo arte de pesca debe estar basado en un análisis adecuado del área, los resultados presentados en este trabajo aportan elementos que representan una base científica inicial. Sin embargo es necesario realizar estudios específicos para determinar la disponibilidad del recurso de langosta, las características particulares de la zona de pesca, así como los factores socio-económicos que se verían involucrados. De ésta manera se podría evaluar la pertinencia de un cambio en el arte de pesca y procedimiento de captura para la explotación de langosta en Isla Contoy.

## 8. CONCLUSIONES

- Se registraron un total de 5036 individuos pertenecientes a 114 especies, 57 géneros y 31 familias, en las diez localidades seleccionadas a lo largo del Parque Nacional Isla Contoy.
- Las familias con mayor porcentaje de abundancia fueron: Haemulidae, Lutjanidae, Scaridae, Labridae y Gerreidae. Mientras que las especies que se caracterizaron por su alta abundancia fueron: *Lutjanus griseus*, *Haemulon sciurus*, *Haemulon flavolineatum*, *Scarus iserti* y *Anisotremus virginicus*.
- La localidad de Punta Sur presentó los valores más altos de riqueza específica y diversidad de peces. Mientras que en la localidad de Punta Norte se registraron los valores más altos de abundancia y densidad.
- En la localidad de Puerto Viejo se registraron los valores más altos de riqueza específica y abundancia de individuos en etapa juvenil. Esta localidad también presentó la estructura trófica más compleja del área de estudio. Por lo que debe considerarse como una de las áreas más importantes de crianza, refugio y alimentación de peces de la isla.
- La localidad de Centro de Visitantes ocupó el segundo lugar en riqueza específica y diversidad. Y al tener representados a la mayoría de los grupos tróficos se sugiere como una importante zona de concentración para alimentación.
- Las localidades de Punta Sur, Barlovento Sur y Centro de Visitantes presentaron la mayor heterogeneidad ambiental (la mayor variedad de sustratos), lo que promueve la riqueza y diversidad de especies.
- El sustrato pastizal presentó los valores más altos de riqueza específica, abundancia y diversidad de peces, así como el mayor número de juveniles.
- El sustrato de cabezos obtuvo el valor más alto de densidad, sin embargo se necesitarían más datos y otra metodología para evaluar este tipo de sustrato.

A. Huitrón B. 2006. *Caracterización de los ensambles de peces, su relación con la heterogeneidad ambiental y la pesquería de langosta en Isla Contoy, Quintana Roo, México.*

- En los ensambles de peces de la fauna de acompañamiento (FAC) de la pesquería de langosta de la temporada 1999-2000, se registraron 908 individuos pertenecientes a 88 especies, 52 géneros y 38 familias.
- Las familias mejor representadas por abundancia de la FAC de la pesquería de langosta de la temporada 1999-2000 fueron: Pomacanthidae (15.53%), Ostraciidae (12%), Haemulidae (9%), Lutjanidae (8.48%) y Serranidae. (7.27%).
- Las cinco especies más abundantes en la FAC de la temporada 1999-2000 fueron: *Holacanthus bermudensis* (ángel azul), *Lactophrys quadricornis* (torito), *Lachnolaimus maximus* (boquinete), *Paralichthys albigutta* (lenguado) y *Anisotremus virginicus*. Excepto *Lachnolaimus maximus* (boquinete) que es considerada una especie comercial, las demás especies afectadas carecen de valor comercial.
- Las especies registradas en la FAC: *Hippocampus erectus* (caballito de mar), *Lachnolaimus maximus* (boquinete), *Lutjanus analis* (pargo) y *Scarus guacamaia* (loro), se encuentran catalogadas como vulnerables en el Libro rojo de especies amenazadas de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) del año 2004. La especie *Hippocampus erectus* también está considerada por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2000 como una especie sujeta a protección especial.
- Al comparar ambos ensambles (censos visuales y FAC) por el Índice de Jaccard, se encontró una baja similitud.
- El 52.27% de las especies de peces capturadas por las redes de la pesquería de langosta fueron observadas durante los censos visuales.
- En este estudio se sugiere que la pesca de langosta en Isla Contoy tiene efecto sobre la estructura de los ensambles de peces que habitan en el área.

A. Huitrón B. 2006. *Caracterización de los ensambles de peces, su relación con la heterogeneidad ambiental y el efecto de la pesquería de langosta en Isla Contoy, Quintana Roo, México.*

## 9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adjeroud, M; Letourneur, Y; Porcher, M; y Salvat, B. 1998. "Factors influencing spatial distribution of fish communities on a fringing reef at Mauritius, S.W. Indian Ocean". *Environmental Biology of Fishes* 53: 169-182.

Alvarez-Guillén, H; M. C. García-Abad, M. Tapia-García, G. J. Villalobos-Zapata, y A. Yañez. 1986. "Prospección Ictiológica en la zona de pastos marinos de la laguna arrecifal en Puerto Morelos, Quintana Roo, Verano 1984". *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM* 13:317-336.

Arguelles-González, L. 1999. "Efecto de la herbivoría de peces sobre la dinámica de macroalgas de la laguna de Chankanaab, Cozumel". Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM.

Arreguín-Sánchez, F; Manickchand-Heileman, S: 1998. "The trophic role of lutjanid fish and impacts of their fisheries in two ecosystems in the Gulf of Mexico". *Journal of Fish Biology* 53: 143-153.

Attrill, M.J; Strong, J.A; y Rowden, A.A. 2000. "Are macro invertebrate communities influenced by seagrass structural complexity?". *Ecography* 23: 114-121.

Basurto Lozano, D. 2001. "Estructura de un ensamble de peces arrecifales y conducta de peces damisela territoriales (Pisces: Pomacentridae) en el arrecife ixlaché de Isla Contoy, Quintana Roo, México". *Fac. Ciencias, UNAM.* 89 pp.

Begon, M; Harper, J.L; y Townsend, C.R. 1990. "Ecology. Individuals, Populations and Communities". 2ª ed. Blackwell Scientific Publications. Boston, USA.

- A. Huitrón B. 2006. *Caracterización de los ensambles de peces, su relación con la heterogeneidad ambiental y el efecto de la pesquería de langosta en Isla Contoy, Quintana Roo, México.*
- Bell, J.D; Galzin, R. 1984. "Influence of live coral cover on coral reef fish communities". *Marine Ecology Progress Series* 15:265-274.
- Bell, J.D; Westoby, M. y Steffe, A. S. 1987. "Fish larvae settling in seagrass: Do they discriminate between beds of different leaf density?". *J. Exp. Mar. Bio. Ecol.* 111, 133-144.
- Blaber, S.J.M; D.P. Cyrus; J.J. Albaret; Chong Ving Ching, J.W. Day; M. Elliot; M.S. Fonseca; D.E. Hoss; J. Orensanz; I.C. Potter; y W. Silvert. 2000. "Effects of fishing on the structure and functioning of estuarine and near shore ecosystems". *ICES Journal of Marine Science*, 57:590-602.
- Bouchon-Navaro, Y; Harmelin-Vivien, M.L. 1981. "Quantitative distribution of herbivorous reef fishes in the Gulf of Aqaba (Red Sea)". *Mar. Biol.* 63: 76-86.
- Bouchon-Navaro, Y., Bouchon, C. y Harmelin-Vivien. M.L. 1985. "Impact of coral degradation on a chaetodontid fish assemblage (Moorea French Polynesia)". En: *Proceedings of the 5<sup>th</sup> International Coral Reef Congress.* 5:427-432.
- Briones, P; Lozano E. 1992. "La langosta en Bahía Ascensión". Serie Cuadernos de Sian Ka'an No.3. Mérida, Yucatán.
- Brock, R.E. 1982. "A critique of the visual census method for assessing coral reef fish populations". *Bull. Mar. Sci.* 32(1):269-276.
- Bruggemann, J. Henrich; Madeliene J.H. van Oppen y Anneke M. Breeman. 1994. "Foraging by the Stoplight Parrotfish *Sparisoma viride*. I. Food Selection in Different, Socially Determined Habitats". *Marine Ecology progress Series* 106: 41-55.

A. Huitrón B. 2006. *Caracterización de los ensambles de peces, su relación con la heterogeneidad ambiental y el efecto de la pesquería de langosta en Isla Contoy, Quintana Roo, México.*

Burgos-Legorreta, M. A. 1992. "Lista comentada de los peces de Puerto Morelos, Quintana Roo". B.Sc. Thesis. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. 83 pp.

Burke, L; Kura, Y; Kassem, K; Ravenga, C; Spalding, M, McAllister, D. 2001a. "Biodiversity". En: Pilot Analysis of Global Ecosystems (PAGE): Coastal Marine Ecosystems. World Resources Institute. USA.

Burke, L; Kura, Y; Kassem, K; Ravenga, C; Spalding, M, McAllister, D. 2001b. Food Production Marine Fisheries. En: Pilot Analysis of Global Ecosystems (PAGE): Coastal Marine Ecosystems. World Resources Institute. USA.

Caballero, P.I; Aldama, F. 1994. "Captura de langosta". Secretaría de Pesca. 32pp.

Carr, M.H; Hixon, M.A. 1995. "Predation effects on early post-settlement survivorship of coral reef fishes". Mar. Ecol. Prog. Ser. 124: 31-42.

Castilla, J.C; Defeo, O. 2001. "Latin American benthic shellfisheries: emphasis on co-management and experimental practices". Reviews in Fish Biology and Fisheries 11: 1-30.

Chabanet, P; Ralambondrainy, H; Amanieu, M; Faure, G. y Galzin, R. 1997. "Relationships between coral reef substrata and fish". Coral Reefs: 16: 93-102.

Choat, J.H; Bellwood, D.R. 1985. Interactions amongst herbivorous fishes on a coral reef. Influence of spatial variation. Marine Biology 89:221-234

A. Huitrón B. 2006. *Caracterización de los ensambles de peces, su relación con la heterogeneidad ambiental y el efecto de la pesquería de langosta en Isla Contoy, Quintana Roo, México.*

Choat, J.H; Bellwood, D.R. 1991. "Reef fishes: Their history and evolution". En: Sale, P.F. (ed) *The ecology of fishes on coral reefs*. Academic Press. California. USA. 754 p.

Choat, J.H; Clements, K.D. y Robbins, W.D. 2002. "The trophic status of herbivorous fishes on coral reefs". *Marine Biology* 140:613-623.

Claro, R. 1994. "Características generales de la ictiofauna". En: R. Claro (ed) *Ecología de los peces marinos de Cuba*. Instituto de Oceanología Academia de Ciencias de Cuba y Centro de Investigaciones de Quintana Roo.

Courtenay, W.R; Sahlman, H.F. 1978. "Pomadasyidae". En: W. Fischer (ed.) *FAO species identification sheet for fishery purposes. Western Central Atlantic (Fishing Area 31), Volume 4, FAO, Rome.*

CSIRO (Commonwealth Scientific & Industrial Research Organization). 2001. *Seagrass Community Ecology*. Marine Research. Australia.

Dawes, C.J. 1986. "Botánica Marina". Limusa, México.

de Boer, B.A. 1978. "Factors influencing the distribution of the damselfish *Chromis cyanea* (Poey), Pomacentridae, on a reef at Curacao, Netherlands Antilles". *Bulletin of Marine Science* 5:205-232.

Dennis, G.D; Bright, T.J. 1988. "Reef fish assemblages on hard banks in the northwestern Gulf of Mexico". *Bull Mar Sci* 43:280-307.

Díaz, Ruiz, S; Aguirre-León, A. 1993. "Diversidad e ictiofauna de los arrecifes del sur de Cozumel, Quintana Roo". En: *Biodiversidad Marina y Costera de*

A. Huitrón B. 2006. *Caracterización de los ensambles de peces, su relación con la heterogeneidad ambiental y el efecto de la pesquería de langosta en Isla Contoy, Quintana Roo, México.*

México. (Salazar-Vallejo, S.I. y González, N.E.) Comisión Nacional para la Bioiversidad y CIQRO, México.

Duarte, C.M. 1989. "Temporal biomass variability and production biomass relationships of seagrass communities". *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 51:269-276.

Falfan-Vazquez, E. 2001. "Patrón estructural y biología trófica de la familia Gerreidae en el Parque Nacional Isla Contoy, Quintana Roo, México". Tesis profesional. ENEP Iztacala, UNAM. 45pp.

Ferreira, C.E.L; Goncalves, J.E.A. y Coutinho. 2001. "Community structure of fishes and habitat complexity on a tropical rocky shore". *Environmental Biology of Fishes* 61: 353-369.

Fong, T. 2000. "Problems and prospects of seagrass conservation and management in Hong Kong and China". En *International Symposium on Protection and Management of Coastal Marine Ecosystem.*

García Hernández, V.D. 2001. "Composición y distribución espacio-temporal de los peces de la laguna pajarera central, Isla Contoy, Quintana Roo". Tesis Profesional. ENEP Iztacala, UNAM. 39 pp.

Ginsburg, 2000. "Coral reef fishes. Rapid Assessment Protocol. En: AGRRA, Atlantic and Gulf Rapid Assessment". University of Miami. Miami, Florida. USA. { [www.agrra.org](http://www.agrra.org) }

González-Cano, J; Ríos, G; Zetina, C; Ramírez, A; Arceo, P; Aguilar, C; Cervera, K; Bello, J; De Dios, I; De Anda, D. y Coba, M. 2000. "Pesquerías del Golfo de México y Mar del Caribe. Langosta. En: *Sustentabilidad y pesca responsable en México. Evaluación y Manejo. 1999-2000*". Instituto Nacional de Pesca.

A. Huitrón B. 2006. *Caracterización de los ensambles de peces, su relación con la heterogeneidad ambiental y el efecto de la pesquería de langosta en Isla Contoy, Quintana Roo, México.*

González-Salas, C.F. 1998. "Distribución y abundancia de las asociaciones de peces arrecifales en el sistema lagunar del Arrecife Alacranes, Yucatán México". Tesis profesional. CINVESTAV Unidad-Mérida.

Goreau, T. F., Goreau, N.I. y Goreau T.J. 1979. "Corals and Coral Reefs". *Scientific American*, 241:124-136.

Gracia, A. 2000. El efecto de la pesca en los ecosistemas. En: *Memorias del XXI Congreso Nacional de Oceanografía.*

Greenberg, J; Greenberg, I. 1977. "Guide to corals and fishes of Florida, the Bahamas and the Caribbean". Seahawk Press. Miami Florida. 64 pp.

Guevara-Muñoz, D. 1998. "Análisis de la estructura comunitaria de los peces arrecifales del Parque Marino Chankanaab, Cozumel, Quintana Roo". Tesis profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de México. 49 pp.

Harmelin-Vivien, M.L; Bouchon-Navaro, Y. 1983. "Feeding diets and significance of coral feeding among chaetodontid fishes in Moorea (French Polynesia)". *Coral Reefs* 2: 119-127.

Hay, M.E; Paul, V.J; Lewis, S.M; Gustafson, K; Tucker, J. y Trindell, R. 1988. "Can tropical seaweeds reduce herbivory by growing at night? diel patterns of growth, nitrogen content, herbivory, and chemical versus morphological defenses". *Oecologia* 75:233-245.

Hay, M.E. 1997. "The ecology and evolution of seaweed-herbivore interactions on coral reefs". *Coral Reefs* 16, Supplement: S67-S76. (also published in the *Proceedings of the 8th International Coral Reef Symposium Vol. I: 23-32. 1997.*

A. Huitrón B. 2006. *Caracterización de los ensambles de peces, su relación con la heterogeneidad ambiental y el efecto de la pesquería de langosta en Isla Contoy, Quintana Roo, México.*

Heck, K.L; Wetstone, G.S. 1977. "Habitat complexity and invertebrate species richness and abundance in tropical seagrass meadows". *J. Biogeography* 4: 135-142.

Hindell, J.S; Jenkins, G.P; y Keough, M.J. 2000. "Variability in abundances of fishes associated with seagrass habitats in relation to diets of predatory fishes". *Marine Biology* 136: 725-737.

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. California. USA. 754 p

Hourigan, T.F; Tricas, T.C. y Reese, E.S. 1988. "Coral reef fishes as indicator of environmental stress in coral reefs". En: Soule DF, Kleppel GS (ed) *Marine organisms as indicators*. Springer-Verlag, New York, Chap 6, 342 pp.

Humann, P. 1994. "Reef fish identification". New World Publications, Florida, 406 p.

INE. 2001. Norma Oficial Mexicana. NOM-059-ECOL-2001. Publicada en el Diario Oficial de la Federación. SEMARNAT.

IUCN. 2004. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. Lista Roja de Especies Amenazadas. { [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org) }

Jennings, S; Bouille, D.B. y Polunin, N.V.C. 1996. "Habitat correlates of the distribution and biomass of Seychelles reef fishes". *Environmental Biology of Fishes* 46:15-25.

A. Huitrón B. 2006. *Caracterización de los ensambles de peces, su relación con la heterogeneidad ambiental y el efecto de la pesquería de langosta en Isla Contoy, Quintana Roo, México.*

Jennings, S; Polunin, N.V.C. 1997. "Impacts of predator depletion by fishing on the biomass and diversity of non-target reef fish communities". *Coral Reefs* 16: 71-82.

Jenkins, G.P; Wheatley, M.J. 1998. "The influence of habitat structure on near shore fish assemblages in a southern Australian embayment: Comparison of shallow seagrass, reef-algal and unvegetated sand habitats, with emphasis on their importance to recruitment. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 221 (2): 147-172.

Jones, G.P; Syms, C. 1998. "Disturbance, habitat structure and the ecology of fishes on coral reefs". *Australian Journal of Ecology* 23, 287-297.

Kimmel, J.1985. "A new species-time method for a visual assessment of fishes and it's comparison with established methods". *Environ. Biol. Fishes* 12:23-32

Krebs, C. J. 1985. *Ecology. "The Experimental Analysis of Distribution and Abundance"* . Harper & Row.

Lamshead, P.J.D; Platt, H.M. y Shaw, K.M. 1983. "The detection of differences among assemblages of marine benthic species based on an assessment of dominance diversity" *Journal of Natural History* 17, 859-874.

Lara, M; Padilla, C. y Muñoz, R. 1994. "Valoración ecológica de la comunidad bentónica de Isla Contoy". Programa de Manejo. Reserva Especial de la Biosfera Isla Contoy. SEDESOL, Amigos de Sian Ka'an, A.C.

Letourneur, Y; Kulbicki, M. y Labrosse, P. 1998. "Spatial structure of commercial reef fish communities along a terrestrial runoff gradient in the northern lagoon of New Caledonia". *Environmental Biology of Fishes* 51: 141-159.

A. Huitrón B. 2006. *Caracterización de los ensambles de peces, su relación con la heterogeneidad ambiental y el efecto de la pesquería de langosta en Isla Contoy, Quintana Roo, México.*

Levin, P; Petrik, R. y Malone, J. 1997. "Interactive effects of habitat selection, food supply and predation on recruitment of an estuarine fish". *Oecologia* 112: 55-63.

Lieske, E; Myers, R. 1994. "Collins Pocket Guide. Coral reef fishes. Indo Pacific & Caribbean, including Red Sea". Harper Collins Publications, 400p.

Lindeman, K.C; Pugliese, R; Waugh, G.T. y Ault, J.S. 2000. "Development patterns within a multispecies reef fishery: Management applications for essential fish habitats and protected areas". *Bull Mar Sci* 66(3):929-956.

Loreto Viruel, R. 1991. "Organización espacial de la comunidad de peces damisela (Pomacentridae) en la costa del Caribe Mexicano". Tesis profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 68 pp.

Lot-Helgueras, A. 1977. "General status of the research on seagrass ecosystem in Mexico". En *Seagrass Ecosystem*. (ed. C.P. McRoy and C. Helfferich), Marcel Dekker, Inc, New York, Usa.

Loya, Y. 1972. "Community structure and species diversity of hermatipic corals at Eliat, Red, Sea". *Mar. Biol.* 13:100-123.

Lozano, E. 1988. En. "Taller regional sobre el manejo de la pesquería de langosta, Puerto Morelos, Quintana Roo". Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM; Instituto Nacional de la Pesca, SEPESCA. 94p

Luckhurst, B.E; Luckhurst, K. 1978. "Analysis of the influence of substrate variables on coral reef communities". *Mar. Biol.* 49, 317-323.

- A. Huitrón B. 2006. *Caracterización de los ensambles de peces, su relación con la heterogeneidad ambiental y el efecto de la pesquería de langosta en Isla Contoy, Quintana Roo, México.*
- Macías-Ordóñez, R. 1994. "Variación espacial de la comunidad ictiológica de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an". Tesis de Maestría. Fac. Ciencias. UNAM.
- Magurran, A.E. 1988. "Ecological diversity and its measurement". 1<sup>st</sup> ed. Princeton University Press, Princeton, USA. 179p.
- McCook, L.J. 1999. "Macroalgae, nutrients and phase shifts on coral reef: scientific issues and management consequences for the Great Barrier Reef". *Coral Reefs* 18: 357-367.
- McCormick, M.I. 1994. "Comparison of field methods for measuring surface topography and their associations with a tropical reef fish assemblage". *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 112: 87-96.
- Meekan, M.G; Choat, J.H. 1997. "Latitudinal variation in abundance of herbivorous fishes: a comparison of temperate and tropical reefs". *Marine Biology* 128 (3): 373-383.
- Merino, M.1997. "Upwelling on the Yucatan Shelf: hydrographic evidence". *Journal of Marine Systems* 13:101-121.
- Morales-Delgadillo, M. y Salinas, G. 1988. "Contribución al conocimiento de la ictiofauna de Isla Contoy, Quintana Roo, México". Tesis profesional. ENEP Iztacala, UNAM. 100 pp.
- Nagelkerken, I; Dorenbosch, M; Verberk, WCEP; Cocheret de la Moriniere, E; y van der Velde, G. 2000a. "Day-night shifts of fishes between shallow-water biotopes of a Caribbean bay, with emphasis on the nocturnal feeding of Haemulidae and Lutjanidae". *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 194: 55-64.

A. Huitrón B. 2006. *Caracterización de los ensambles de peces, su relación con la heterogeneidad ambiental y el efecto de la pesquería de langosta en Isla Contoy, Quintana Roo, México.*

Nagelkerken, I; Dorenbosch, M; Verberk, WCEP; Cocheret de la Moriniere, E; y van der Velde, G. 2000b. "Importance of shallow-water biotopes of a Caribbean bay for juvenile coral reef fishes: patterns in biotope association, community structure and spatial distribution". *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 202: 175-192.

Nagelkerken, I; van der Velde, G; Gorissen, MW; Meijer, GJ; Van't Hof, T; y den Hartog, C. 2000c. "Importance of mangroves, seagrass beds and the shallow coral reef as a nursery for important coral reef fishes, using a visual census technique". *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 51(1): 31-44.

Nagelkerken, I; Kleijnen, S; Klop, T; van der Brand, RACJ; Cocheret de la Moriniere, E; y van der Velde, G. 2001. "Dependence of Caribbean reef fishes on mangroves and seagrass beds as nursery habitats: a comparison of fish faunas between bays with and without mangroves/seagrass beds". *Marine Ecology Progress Series* 214:225-235.

Nanami, A; Nishihira, M. 2002. "The structures and dynamics of fish communities in an Okinawan coral reef: effects of coral-based habitat structures at sites with rocky and sandy sea bottoms". *Environmental Biology of Fishes*, 63: 353-372.

NOAA. 1998. *Essential Fish Habitat descriptions for Caribbean Fishery Management Plans.* Caribbean Fishery Management Council. USA.

Núñez-Lara, E. 1998. "Factores que determinan la estructura de la comunidad de peces arrecifales en el sur del Caribe mexicano: un análisis multivariado". Tesis de maestría. CINVESTAV, Unidad-Mérida.

- A. Huitrón B. 2006. *Caracterización de los ensambles de peces, su relación con la heterogeneidad ambiental y el efecto de la pesquería de langosta en Isla Contoy, Quintana Roo, México.*
- Ogden, J.C. 1980. "Faunal relationships in Caribbean seagrass beds. En Handbook of seagrass biology. Editado por Phillips, R. C y C.P. Mc Roy Garland, STPM press. New York, 174-198p.
- Ogden, J.C; Gladfelter, E.H. 1983. "Coral reefs, seagrass beds and mangroves: their interaction in the coastal zones of the Caribbean". UNESCO Rep Mar Sci 23: 1-130.
- Ogden, J.C; Zieman, JC. 1977. "Ecological aspects of coral reef seagrass bed contacts in the Caribbean". Proc. Int. Coral reef. Symposium. 3<sup>rd</sup> 1:377-382.
- Ohman, M.C; Rajasuriya, A. 1998. "Relationships between habitat structure and fish communities on coral and sandstone reefs". Environmental Biology of Fishes 53(1):19-31.
- Phillips, R.C; Meñez, E.G. 1988. "Seagrasses". En: Smithsonian contributions to the marine sciences No. 34. Smithsonian Institution Press. Washington, D.C.
- Randall, J.E. 1996. "Caribbean reef fishes". T.F.H. Publications, Inc. Ltd, Hong Kong. 3<sup>rd</sup> edition, 68 p.
- Randall, J.E; Vergara, R. 1978. "Gerreidae". En: W. Fischer (ed.) FAO species identification sheets for fishery purposes. Western Central Atlantic (Fishing Area 31). Vol.2.pag.var
- Roberts, C.M; Ormond, R.F.G. 1987. "Habitat complexity and coral reef diversity and abundance on Red Sea fringing reefs". Mar. Ecol. Prog. Ser. 41, 1-8.
- Robins, C.R; Ray, G.C. 1986. "A field guide to Atlantic coast fishes of North America". Houghton Mifflin Company, Boston, USA. 354 p

A. Huitrón B. 2006. *Caracterización de los ensambles de peces, su relación con la heterogeneidad ambiental y el efecto de la pesquería de langosta en Isla Contoy, Quintana Roo, México.*

Russ, G.R.1991. "Coral reef fisheries: effects and yields". En: Sale, P.F. (ed) *The ecology of fishes on coral reefs*. San Diego: Academic Press.

Sale, P.F. 1980. "The ecology of fishes on coral reefs". *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 18:367-421

Sale, P.F. 1991. "The ecology of fishes on coral reefs". Academic Press. California, USA. 754 p

Sale, P.F; Doherty, P.J; Eckert, G.J; Douglas, W.A. y Ferrel, D.J. 1984. "Large scale spatial and temporal variation in recruitment to fish populations on coral reefs". *Oecologia* 64:191-198.

Samoilys, M.A; Carlos, G. 2000. "Determining methods underwater census for estimating the abundance of coral reef fishes". *Environmental Biology of Fishes* 57: 289-304.

Sano, M; Shimizu, M; y Nose, Y. 1984. "Changes in structure of coral reef fish communities by destruction of hermatypic corals: observational and experimental views". *Pac Sci* 38 (1):51-79.

Schmitt, E.F; Sluka, R.D y Sullivan-Sealey, K.M. 2002. "Evaluating the use of roving diver and transect surveys to assess the coral reef fish assemblage off Southeastern Hispaniola". *Coral Reefs* 21: 216-223.

SEMARNAP.1997. "Programa de Manejo". Parque Nacional Isla Contoy. INE-SEMARNAP, 123 pp

Shulman, M. 1985. "Recruitment of coral reef fishes: effects of distribution of predators and shelter". *Ecology* 66(3): 1056-1066.

A. Huitrón B. 2006. *Caracterización de los ensambles de peces, su relación con la heterogeneidad ambiental y el efecto de la pesquería de langosta en Isla Contoy, Quintana Roo, México.*

Smith, C.L. 1997. "National Audubon Society field guide to tropical marine fishes of the Caribbean, the Gulf of Mexico, Florida, the Bahamas, and Bermuda". Alfred A. Knopf, Inc, New York. 720 p

Sosa-Cordero, E; Ramírez-González, A. 1999. Langosta. En: Xacur Maiza J.A. (Ed.) Enciclopedia de Quintana Roo. Tomo V. México. D.F. 1998-1999. 140-161 p.

Stewart, B.D; Jones, G.P. 2001. "Associations between the abundance of piscivorous fishes and their prey on coral reefs: implications for prey-fish mortality". *Marine Biology* 138 (2): 383-397.

Syms, C; Jones, GP. 2001. "Soft corals exert no direct effects on coral reef fish assemblages". *Oecologia* 127-560-571

Thacker, R.W; Ginsburg, D.W; y Paul, V.J. 2001. "Effects of herbivore exclusion and nutrient enrichment on coral reef macroalgae and cyanobacteria". *Coral Reefs* 19: 318-329.

Tupper, M; Juanes, F. 1999. "Effects of a marine reserve on recruitment of grunts (Pisces: Haemulidae) at Barbados, West Indies". *Environmental Biology of Fishes* 55: 53-63.

Tyler, J.C. 1978. "Ostraciidae". En: W. Fischer (ed.) *FAO species identification sheets for fishery purposes. Western Central Atlantic (Fishing Area 31)*. Vol. 3. (pag.var.) FAO, Rome.

IUCN (Unión para la conservación de la naturaleza). 2000. *Draft IUCN Red List Categories*. IUCN, Gland, Switzerland.

A. Huitrón B. 2006. *Caracterización de los ensambles de peces, su relación con la heterogeneidad ambiental y el efecto de la pesquería de langosta en Isla Contoy, Quintana Roo, México.*

Weinstein, M.P; Heck, K.L. Jr. 1979. "Ichthyofauna of seagrass meadows along the Caribbean Coast of Panama and the Gulf of Mexico: composition, structure and community ecology". *Marine Biology* 50:97-107.

Williams, D.McB. 1991. "Patterns and processes in the distribution of coral reef fishes". En: Sale, PF. (ed) *The ecology of fishes on coral reefs*. Academic Press. California. USA. 754 p.

Williams, D.McB; Hatcher, A.I. 1983. "Structure of fish communities on outer slopes of inshore, mid-shelf and outer shelf reefs of the Great Barrier Reef". *Marine Ecology Progress Series* 10(3): 239-50.

Wulff, J.L. 1997. "Parrotfish predation on cryptic sponges of Caribbean coral reefs". *Marine Biology* 129(1): 41-52.

## 10. ANEXOS

Anexo 1. Listado de peces y estimaciones de abundancia relativa, con base en su dominancia por localidad en el Parque Nacional Isla Contoy. (BC=Barlovento Centro, BN=Barlovento Norte, BS= Barlovento Sur, CP= Centro Pesquero, CV= Centro de Visitantes, LN= Laguna Norte, LPV=Laguna de Puerto Viejo, LS= Laguna Sur, PN= Punta Norte, PS=Punta Sur). Dominante (D) >20%; Abundante (A)= 10-20%; Común (C)= 5-10%; Escasa (E)= 1-5%; Rara (R)= <1%. Listado actualizado según fishbase (07/2006).

Familia	Genero	Especie	Localidad										
			BC	BN	BS	CP	CV	LN	LPV	LS	PN	PS	
Acanthuridae	<i>Acanthurus</i>	<i>bahianus</i>	C	C	E	R	E	-	R	R	E	E	
		<i>coeruleus</i>	E	E	A	R	E	-	R	E	E	C	
		<i>chirurgus</i>	-	E	C	-	E	-	E	E	E	E	
Balistidae	<i>Aluterus</i>	<i>scriptus*</i>	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-	
		<i>shoepfi*</i>	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-	
	<i>Balistes</i>	<i>capriscus*</i>	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-	
	<i>Balistes</i>	<i>vetula</i>	-	-	R	-	-	-	-	-	-	-	
	<i>Cantherhines</i>	<i>pullus</i>	-	-	E	-	-	-	-	-	-	-	
	<i>Canthidermis</i>	<i>sufflamen</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	R	-	
	<i>Stephanolepis</i>	<i>hispidus</i>	-	-	R	-	-	-	-	-	-	-	
Carangidae	<i>Carangoides</i>	<i>hippos</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	R	-	
		<i>bartholomei</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	E	
	<i>Caranx</i>	<i>ruber</i>	-	-	R	-	E	-	E	-	-	R	
	<i>Selene</i>	<i>vomer</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	R	-	
Cirrhitidae	<i>Amblycirrhitus</i>	<i>pinos</i>	-	-	-	-	R	-	-	-	-	-	
Clinidae	<i>Labrisomus</i>	<i>nuchipinnis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R	
		<i>Malacoctenus</i>	<i>gilli</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R
		<i>triangulatus</i>	E	E	E	-	-	-	-	R	-	R	
Chaetodontidae	<i>Chaetodon</i>	<i>capistratus</i>	-	-	-	-	E	-	-	R	-	R	
		<i>ocellatus</i>	E	R	-	-	E	-	-	-	R	R	
		<i>striatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R
Dasyatidae	<i>Dasyatis</i>	<i>americana</i>	E	-	R	R	R	R	-	R	-	-	
Echeneidae	<i>Echeneis</i>	<i>naucrates</i>	-	-	-	-	-	-	-	R	-	-	
Exocoetidae	<i>Hemiramphus</i>	<i>brasiliensis*</i>	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-	
Gerreidae	<i>Eucinostomus</i>	<i>argenteus</i>	-	-	-	-	-	-	D	-	-	-	
		<i>gula</i>	-	-	-	C	-	-	-	-	-	-	
		<i>Gerres</i>	<i>cinereus</i>	-	-	-	E	C	D	E	C	C	E
Gobiidae	<i>Coryphopterus</i>	<i>glaucobraenum</i>	-	-	-	R	R	-	-	-	-	R	
		<i>hyalinus</i>	-	-	-	R	-	-	-	-	-	-	
		<i>Gnatholepis</i>	<i>thompsoni*</i>	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-
		<i>Gobionellus</i>	<i>saepepallens</i>	-	-	-	-	-	-	R	-	-	-
		<i>Gobiosoma</i>	<i>evelynae*</i>	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-
		<i>Gobiosoma</i>	<i>oceanops</i>	R	-	-	E	R	-	-	-	-	-
Grammistinae	<i>Rypticus</i>	<i>saponaceus</i>	-	-	R	-	-	-	-	-	-	-	
Haemulidae	<i>Anisotremus</i>	<i>surinamensis</i>	-	R	-	-	-	-	-	-	-	-	
		<i>virginicus</i>	E	E	E	A	C	-	R	E	C	C	
		<i>Haemulon</i>	<i>album</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	E
		<i>carbonarium</i>	-	C	-	E	-	-	E	-	-	-	
		<i>flavolineatum</i>	C	R	E	A	A	C	C	E	-	A	
		<i>macrostomum</i>	-	E	-	E	-	-	-	-	-	-	
		<i>parra</i>	-	A	-	-	A	-	R	-	C	E	
		<i>plumieri</i>	E	-	R	E	E	-	E	C	-	C	
Holocentridae	<i>Holocentrus</i>	<i>adscensionis</i>	-	-	R	-	-	-	-	-	-	-	
		<i>rufus*</i>	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	
Kyphosidae	<i>Kyphosus</i>	<i>sp</i>	-	E	-	-	R	-	-	E	A	E	
Labridae	<i>Bodianus</i>	<i>rufus</i>	-	E	R	-	R	-	R	-	R	R	
		<i>Halichoeres</i>	<i>bivittatus</i>	A	A	E	R	R	R	R	E	E	E

A. Huitrón B. 2006. *Caracterización de los ensambles de peces, su relación con la heterogeneidad ambiental y la pesquería de langosta en Isla Contoy, Quintana Roo, México.*

		<i>garnoti</i>	R	-	-	-	R	-	-	-	-	R
		<i>maculipinna</i>	C	E	C	-	R	-	R	E	R	E
		<i>pictus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R
		<i>poeyi</i>	E	E	E	-	R	-	R	R	R	R
		<i>radiatus</i>	E	E	E	-	-	-	R	R	E	R
	<i>Lachnolaimus</i>	<i>maximus</i>	-	R	R	R	E	-	E	-	-	R
	<i>Thalassoma</i>	<i>bifasciatum</i>	A	C	A	R	E	-	E	E	E	R
	<i>Xyrichtys</i>	<i>splendens</i>	-	-	R	-	-	-	-	-	-	-
Lutjanidae	<i>Lutjanus</i>	<i>analís</i>	-	R	-	R	E	-	E	E	R	R
		<i>apodus</i>	-	E	-	R	-	-	R	-	C	-
		<i>cyanopterus</i>	-	-	-	-	-	-	-	R	-	-
		<i>griseus</i>	-	-	E	D	E	-	D	E	C	A
		<i>jocu</i>	-	-	-	R	R	-	R	-	-	-
		<i>mahogoni</i>	-	R	-	-	-	-	-	-	-	R
	<i>Ocyurus</i>	<i>chyrurus</i>	-	-	R	-	E	-	R	E	-	E
Megalopidae	<i>Megalops</i>	<i>atlanticus*</i>	-	-	-	-	-	-	*	*	-	-
Mobulidae	<i>Manta</i>	<i>birostris*</i>	*	-	-	*	-	*	-	-	-	-
Mullidae	<i>Mulloidichthys</i>	<i>martinicus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	E
	<i>Pseudupeneus</i>	<i>maculatus</i>	E	R	E	-	-	-	-	R	-	R
Muraenidae	<i>Gymnothorax</i>	<i>funnebris</i>	R	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		<i>miliaris</i>	-	R	-	-	-	-	-	-	-	-
		<i>moringa</i>	R	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Myliobatidae	<i>Aetobatus</i>	<i>narinari*</i>	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-
Ogcocephalidae	<i>Ogcocephalus</i>	<i>nasutus</i>	-	-	-	R	-	-	-	-	-	-
		<i>radiatus</i>	-	-	-	R	-	E	-	-	-	-
Ostraciidae	<i>Acanthostracion</i>	<i>polygonius</i>	-	-	-	-	R	-	-	-	-	-
		<i>quadricornis</i>	-	-	-	R	R	-	R	R	-	R
	<i>Lactophrys</i>	<i>trigonus</i>	-	-	-	-	-	-	-	R	-	-
		<i>triqueter</i>	-	R	-	R	R	E	-	-	-	-
Pomacanthidae	<i>Holacanthus</i>	<i>bermudensis</i>	-	-	E	-	R	-	R	-	R	R
		<i>ciliaris</i>	-	-	R	-	R	-	E	R	R	R
		<i>tricolor</i>	-	-	-	-	R	-	-	-	-	-
	<i>Pomacanthus</i>	<i>arcuatus</i>	-	R	E	R	E	-	E	C	R	E
		<i>paru</i>	-	-	R	R	-	-	R	-	R	R
Pomacentridae	<i>Abudefduf</i>	<i>saxatilis</i>	E	R	C	R	E	-	E	-	E	E
	<i>Stegastes</i>	<i>adustus</i>	-	R	-	R	-	-	-	-	-	-
		<i>diencaeus</i>	E	R	R	R	-	-	-	-	-	R
		<i>fuscus</i>	R	-	-	-	-	-	R	R	R	-
		<i>leucostictus</i>	-	R	R	E	E	-	E	E	-	R
		<i>partitus</i>	-	R	E	-	-	-	R	-	-	R
		<i>planifrons</i>	-	R	-	-	R	-	R	-	-	R
		<i>variabilis</i>	C	E	C	E	E	-	E	E	E	R
Rhincodontidae	<i>Gynglymostoma</i>	<i>cirratum</i>	-	-	-	-	-	-	R	-	-	-
Scaridae	<i>Scarus</i>	<i>coelestinus</i>	-	R	-	-	-	-	-	-	-	-
		<i>guacamaia</i>	-	C	-	-	R	-	-	R	R	R
		<i>iseri</i>	-	-	-	E	C	-	A	A	R	E
	<i>Sparisoma</i>	<i>atomarium</i>	-	R	-	-	R	E	R	-	-	R
		<i>aurofrenatum</i>	R	-	R	R	R	-	E	R	R	E
		<i>chrysopterum</i>	R	R	E	-	-	-	-	-	E	R
		<i>radians</i>	-	-	E	-	R	-	R	E	-	R
		<i>rubripinne</i>	R	E	E	-	R	-	-	R	R	E
		<i>viride</i>	-	-	-	R	R	-	R	R	R	E
Sciaenidae	<i>Pareques</i>	<i>acuminatus</i>	-	-	-	E	R	-	R	R	-	R
	<i>Equetus</i>	<i>lanceolatus</i>	R	-	-	-	R	-	-	-	-	-
		<i>punctatus</i>	E	-	-	E	-	-	-	-	-	R
	<i>Odontoscion</i>	<i>dentex</i>	-	-	R	-	-	-	-	-	-	-

A. Huitrón B. 2006. *Caracterización de los ensamblajes de peces, su relación con la heterogeneidad ambiental y la pesquería de langosta en Isla Contoy, Quintana Roo, México.*

Scorpaenidae	<i>Scorpaena plumieri</i>	-	-	-	R	-	-	-	-	R	-
Serranidae	<i>Cephalopholis fulva*</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*
	<i>cruentata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R
	<i>Diplectrum formosum</i>	-	-	-	-	R	-	-	-	-	-
	<i>Epinephelus guttatus</i>	-	R	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>morio</i>	-	-	-	-	-	-	R	-	-	-
	<i>striatus</i>	-	R	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Mycteroperca bonaci</i>	-	R	-	-	R	-	R	R	R	R
	<i>intertialis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	R	-
	<i>phenax</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	R	-
	<i>Serranus trigrinus</i>	-	-	-	-	R	-	-	-	-	-
Sparidae	<i>Archosargus probatocephalus</i>	-	-	-	E	-	-	-	R	-	-
	<i>Calamus calamus</i>	-	-	-	-	R	-	-	-	-	-
	<i>pennatula</i>	-	R	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Diplodus argenteus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	E	-
Sphyraenidae	<i>Sphyraena barracuda</i>	R	-	E	E	C	E	E	E	R	E
Synodontidae	<i>Synodus saurus*</i>	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-
Tetraodontidae	<i>Diodon holocanthus</i>	-	-	-	-	R	-	-	-	-	-
	<i>hystrix</i>	-	-	-	R	-	-	-	-	-	-
	<i>Sphoeroides spengleri</i>	-	-	-	R	-	-	-	-	-	-
Urolophidae	<i>Urobatis jamaicensis</i>	E	-	-	R	R	E	R	-	R	-
<b>Total</b>		30	43	40	44	55	11	46	40	41	59

\* = especies observadas en el área de estudio, sin registro en los transectos

A. Huitrón B. 2006. *Caracterización de los ensambles de peces, su relación con la heterogeneidad ambiental y la pesquería de langosta en Isla Contoy, Quintana Roo, México.*

Anexo 2. Listado de especies en etapa juvenil por localidad (BC=Barlovento Centro, BN=Barlovento Norte, BS=Barlovento Sur, CP= Centro Pesquero, CV= Centro de Visitantes, LN= Laguna Norte, LPV=Laguna de Puerto Viejo, LS= Laguna Sur, PN= Punta Norte, PS=Punta Sur) en el Parque Nacional Isla Contoy.

Localidad			BC	BN	BS	CP	CV	LN	LPV	LS	PN	PS	
Familia	Género	Especie											
Acanthuridae	<i>Acanthurus</i>	<i>bahianus</i>	X	X	X	X	-	-	-	-	X	-	
		<i>coeruleus</i>	-	X	X	X	-	-	X	X	-	X	
		<i>chirurgus</i>	-	X	X	-	X	-	X	X	-	X	
Chaetodontidae	<i>Chaetodon</i>	<i>capistratus</i>	-	-	-	-	X	-	-	-	-		
Gobiidae	<i>Coryphopterus</i>	<i>hialinus</i>	-	-	-	X	-	-	-	-	-		
Haemulidae	<i>Anisotremus</i>	<i>virginicus</i>	X	X	X	X	X	-	X	X	X	X	
		<i>Haemulon</i>	<i>carbonarium</i>	-	-	-	X	-	-	X	-	-	-
			<i>flavolineatum</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X
			<i>macrostomum</i>	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
			<i>plumieri</i>	X	-	-	X	X	-	X	X	-	X
			<i>sciurus</i>	X	-	-	X	X	X	X	X	-	X
			<i>rufus</i>	-	-	-	-	-	-	X	-	-	X
Labridae	<i>Halichoeres</i>	<i>bivittatus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X
		<i>garnoti</i>	X	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
		<i>maculipinna</i>	X	-	X	-	X	-	-	-	-	X	X
			<i>poeyi</i>	X	X	X	-	-	-	X	X	X	-
			<i>radiatus</i>	X	X	X	-	-	-	X	X	X	X
		<i>Lachnolaimus</i>	<i>maximus</i>	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-
	<i>Thalassoma</i>	<i>bifasciatum</i>	X	X	X	X	X	-	X	X	X	-	
Lutjanidae	<i>Lutjanus</i>	<i>apodus</i>	-	-	-	X	-	-	X	-	X	-	
		<i>chrysurus</i>	-	-	-	-	X	-	X	X	-	X	
Mullidae	<i>Pseudopeneus</i>	<i>maculatus</i>	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	
Pomacanthidae	<i>Holacanthus</i>	<i>ciliaris</i>	-	-	X	-	X	-	X	-	-	X	
		<i>tricolor</i>	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	
	<i>Pomacanthus</i>	<i>arcuatus</i>	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	
		<i>paru</i>	-	-	X	X	-	-	X	-	-	-	X
Pomacentridae	<i>Abudefduf</i>	<i>saxatilis</i>	X	-	X	X	X	-	X	-	X	-	
		<i>Stegastes</i>	<i>diencaeus</i>	X	X	X	X	-	-	-	-	-	X
			<i>fuscus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-
			<i>leucostictus</i>	-	-	X	X	X	-	X	X	-	X
			<i>partitus</i>	-	-	X	-	-	-	X	-	-	-
			<i>planifrons</i>	-	-	-	-	X	-	X	-	-	-
			<i>variabilis</i>	X	X	X	X	X	-	X	X	X	X
Scaridae	<i>Scarus</i>	<i>iserti</i>	-	-	-	X	X	-	X	X	X	X	
		<i>Sparisoma</i>	<i>atomarium</i>	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-
			<i>aurofrenatum</i>	X	-	X	X	X	-	X	-	X	X
			<i>chrysopteron</i>	X	X	X	-	-	-	-	-	X	X
			<i>radians</i>	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-
		<i>rubripinna</i>	X	-	X	-	-	-	-	X	X	X	
		<i>viride</i>	-	-	-	X	X	-	X	X	-	X	
Sciaenidae	<i>Equetus</i>	<i>acuminatus</i>	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	
		<i>lanceolatus</i>	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	
		<i>punctatus</i>	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	
Serranidae	<i>Diplectrum</i>	<i>formosum</i>	-	-	-	-	X	-	-	-	-		
Sparidae	<i>Gerres</i>	<i>cinereus</i>	-	-	-	-	-	X	-	-	-		
Sphyraenidae	<i>Sphyraena</i>	<i>barracuda</i>	-	-	-	X	-	X	X	X	-		
<b>Total</b>			17	13	21	24	23	5	27	19	14	21	

A. Huitrón B. 2006. *Caracterización de los ensamblajes de peces, su relación con la heterogeneidad ambiental y la pesquería de langosta en Isla Contoy, Quintana Roo, México.*

Anexo 3. Listado de especies por tipo de sustrato en el Parque Nacional Isla Contoy. (AL=Algas, AR=Arenal, CA=Cabezos, GO=Gorgonáceos, PA=Pastizal)

Sustrato			AL	AR	CA	GO	PA
Familia	Género	Especie					
Acanthuridae	<i>Acanthurus</i>	<i>bahianus</i>	X	-	X	-	X
		<i>coeruleus</i>	X	-	X	X	X
		<i>chirurgus</i>	X	-	X	X	X
Balistidae	<i>Balistes</i>	<i>vetula</i>	X	-	-	-	X
	<i>Cantherhines</i>	<i>pullus</i>	-	-	-	X	-
	<i>Canthidermis</i>	<i>sufflamen</i>	-	-	-	-	X
	<i>Monacanthus</i>	<i>hispidus</i>	-	-	-	-	X
Carangidae	<i>Caranx</i>	<i>bartholomei</i>	-	-	X	-	X
		<i>hippos</i>	-	-	-	-	X
		<i>ruber</i>	X	-	X	X	X
	<i>Selene</i>	<i>vomer</i>	-	-	-	-	X
Cirrhitidae	<i>Amblycirrhitus</i>	<i>pinos</i>	X	-	-	-	-
Clinidae	<i>Labrisomus</i>	<i>nuchipinnis</i>	-	-	-	-	X
	<i>Malacoctenus</i>	<i>gilli</i>	-	-	-	-	X
		<i>triangulatus</i>	X	-	-	X	X
<i>Starskia</i>	<i>sp</i>	-	-	-	X	-	
Chaetodontidae	<i>Chaetodon</i>	<i>capistratus</i>	X	-	X	-	X
		<i>ocellatus</i>	X	-	X	-	X
		<i>striatus</i>	-	-	X	-	-
Dasyatidae	<i>Dasyatis</i>	<i>americana</i>	X	-	-	-	X
Echeneidae	<i>Echeneis</i>	<i>naucrates</i>	-	-	-	-	X
Gerreidae	<i>Eucinostomus</i>	<i>gula</i>	-	-	-	X	-
		<i>jonesi</i>	-	-	-	-	X
		<i>Gerres</i>	<i>cinereus</i>	X	X	X	X
Gobiidae	<i>Coryphopterus</i>	<i>glaucofraenum</i>	X	-	-	X	X
		<i>hialinus</i>	-	-	-	X	-
	<i>Gobionellus</i>	<i>saepepallens</i>	-	-	-	X	-
	<i>Gobiosoma</i>	<i>oceanops</i>	X	-	-	-	X
Grammistinae	<i>Rypticus</i>	<i>saponaceus</i>	-	-	-	X	-
Haemulidae	<i>Anisotremus</i>	<i>surinamensis</i>	X	-	-	-	-
		<i>virginicus</i>	X	-	X	X	X
	<i>Haemulon</i>	<i>album</i>	-	-	X	-	-
		<i>carbonarium</i>	X	-	-	X	X
		<i>flavolineatum</i>	X	-	X	X	X
		<i>macrostomum</i>	X	-	-	X	-
		<i>parra</i>	X	-	X	X	X
		<i>plumieri</i>	X	-	X	X	X
		<i>sciurus</i>	X	-	X	X	X
		<i>Holocentrus</i>	<i>adscensionis</i>	X	-	-	-
Kyphosidae	<i>Kyphosus</i>	<i>sp</i>	X	-	X	-	X
Labridae	<i>Bodianus</i>	<i>rufus</i>	X	-	-	X	X
		<i>Halichoeres</i>	<i>bivittatus</i>	X	-	X	X
	<i>garnoti</i>	X	-	-	-	X	
	<i>maculipinna</i>	X	-	X	X	X	
	<i>pictus</i>	-	-	X	-	-	
	<i>poeyi</i>	X	-	X	X	X	

A. Huitrón B. 2006. *Caracterización de los ensambles de peces, su relación con la heterogeneidad ambiental y la pesquería de langosta en Isla Contoy, Quintana Roo, México.*

		<i>radiatus</i>	X	-	X	X	X
	<i>Hemipteronotus</i>	<i>splendens</i>	-	-	-	X	X
	<i>Lachnolaimus</i>	<i>maximus</i>	X	-	X	X	X
	<i>Thalassoma</i>	<i>bifasciatum</i>	X	-	X	X	X
Lutjanidae	<i>Lutjanus</i>	<i>analis</i>	X	-	X	X	X
		<i>apodus</i>	X	-	-	X	X
		<i>cyanopterus</i>	-	-	-	-	X
		<i>chrysurus</i>	X	-	X	-	X
		<i>griseus</i>	X	-	X	X	X
		<i>jocu</i>	X	-	-	X	-
		<i>mahogoni</i>	X	-	X	-	-
Mullidae	<i>Mulloidichthys</i>	<i>martinicus</i>	-	-	-	-	X
	<i>Pseudupeneus</i>	<i>maculatus</i>	X	-	X	-	X
Muraenidae	<i>Gymnothorax</i>	<i>funnebris</i>	-	-	-	-	X
		<i>miliaris</i>	X	-	-	-	-
		<i>moringa</i>	X	-	-	-	-
Ogcocephalidae	<i>Ogcocephalus</i>	<i>nasutus</i>	-	-	-	-	X
		<i>radiatus</i>	-	X	-	-	X
Ostraciidae	<i>Lactophrys</i>	<i>polygonia</i>	-	-	X	-	-
		<i>quadricornis</i>	-	-	X	X	X
		<i>trigonus</i>	-	-	-	-	X
		<i>triqueter</i>	X	-	X	X	X
Pomacanthidae	<i>Holacanthus</i>	<i>bermudensis</i>	X	-	X	X	X
		<i>ciliaris</i>	X	-	X	X	X
		<i>tricolor</i>	X	-	-	-	-
	<i>Pomacanthus</i>	<i>arcuatus</i>	X	-	X	X	X
		<i>paru</i>	X	-	-	-	X
Pomacentridae	<i>Abudefduf</i>	<i>saxatilis</i>	X	-	-	X	X
	<i>Stegastes</i>	<i>diencaeus</i>	X	-	-	X	X
		<i>dorsopunicans</i>	X	-	-	X	-
		<i>fuscus</i>	X	-	-	-	X
		<i>leucostictus</i>	X	-	-	X	X
		<i>partitus</i>	X	-	-	X	X
		<i>planifrons</i>	X	-	-	X	X
		<i>variabilis</i>	X	-	X	X	X
Rhincodontidae	<i>Gynglymostoma</i>	<i>cirratum</i>	-	-	-	X	X
Scaridae	<i>Scarus</i>	<i>coelestinus</i>	X	-	-	-	-
		<i>guacamaia</i>	X	-	-	-	X
		<i>iserti</i>	X	-	X	X	X
	<i>Sparisoma</i>	<i>atomarium</i>	X	-	X	X	X
		<i>aurofrenatum</i>	X	-	X	X	X
		<i>chrysopterum</i>	X	-	X	-	X
		<i>radians</i>	X	-	X	X	X
		<i>rubripinne</i>	X	-	X	X	X
		<i>viride</i>	-	-	X	X	X
Sciaenidae	<i>Equetus</i>	<i>acuminatus</i>	-	-	X	X	X
		<i>lanceolatus</i>	X	-	-	-	X
		<i>punctatus</i>	X	-	-	X	X
	<i>Odontoscion</i>	<i>dentex</i>	-	-	-	X	-
Scorpaenidae	<i>Scorpaena</i>	<i>plumieri</i>	-	-	-	-	X
Serranidae	<i>Cephalopholis</i>	<i>cruentata</i>	-	-	-	-	X

A. Huitrón B. 2006. *Caracterización de los ensambles de peces, su relación con la heterogeneidad ambiental y la pesquería de langosta en Isla Contoy, Quintana Roo, México.*

	<i>Diplectrum</i>	<i>formosum</i>	-	-	-	-	X
	<i>Epinephelus</i>	<i>guttatus</i>	X	-	-	-	-
		<i>morio</i>	-	-	-	X	-
		<i>striatus</i>	X	-	-	-	-
	<i>Mycteroperca</i>	<i>bonaci</i>	X	-	X	X	X
		<i>intertialis</i>	-	-	-	-	X
		<i>phenax</i>	-	-	-	-	X
	<i>Serranus</i>	<i>trigrinus</i>	X	-	-	-	-
Sparidae	<i>Archosargus</i>	<i>probatoccephalus</i>	-	-	-	X	X
	<i>Calamus</i>	<i>calamus</i>	-	-	X	-	-
		<i>pennatula</i>	X	-	-	-	-
	<i>Diplodus</i>	<i>argenteus</i>	-	-	-	-	X
Sphyraenidae	<i>Sphyraena</i>	<i>barracuda</i>	X	-	X	X	X
Tetraodontidae	<i>Diodon</i>	<i>holocanthus</i>	-	-	X	-	-
		<i>hystrix</i>	-	-	-	-	X
	<i>Sphoeroides</i>	<i>spengleri</i>	-	-	-	X	-
Urolophidae	<i>Urolophus</i>	<i>jamaicensis</i>	-	-	-	X	X
<b>Total</b>			70	2	47	59	84

A. Huitrón B. 2006. *Caracterización de los ensambles de peces, su relación con la heterogeneidad ambiental y la pesquería de langosta en Isla Contoy, Quintana Roo, México.*

Anexo 4. Listado de juveniles por categoría de sustrato (AL=Algas, AR=Arenal, CA=Cabezos, GO=Gorgonáceos, PA=Pastizal).

		Sustrato	AL	AR	CA	GO	PA
Familia	Género	Especie					
Acanthuridae	<i>Acanthurus</i>	<i>bahianus</i>	X	-	-	-	X
		<i>coeruleus</i>	X	-	-	X	X
		<i>chirurgus</i>	X	-	-	X	X
Chaetodontidae	<i>Chaetodon</i>	<i>capistratus</i>	X	-	-	-	-
Gobiidae	<i>Coryphopterus</i>	<i>hialinus</i>	-	-	-	X	-
Haemulidae	<i>Anisotremus</i>	<i>virginicus</i>	X	-	X	X	X
		<i>Haemulon</i>	<i>carbonarium</i>	-	-	-	X
	<i>flavolineatum</i>		X	-	X	X	X
	<i>macrostomum</i>		-	-	-	X	-
			<i>plumieri</i>	X	-	X	X
		<i>sciurus</i>	X	-	-	X	X
Labridae	<i>Bodianus</i>	<i>rufus</i>	-	-	-	X	X
		<i>Halichoeres</i>	<i>bivittatus</i>	X	-	-	X
	<i>garnoti</i>		X	-	-	-	-
	<i>maculipinna</i>		X	-	-	X	X
	<i>poeyi</i>		X	-	-	X	X
	<i>radiatus</i>		X	-	X	X	X
	<i>Lachnolaimus</i>	<i>maximus</i>	-	-	-	X	X
<i>Thalassoma</i>	<i>bifasciatum</i>	X	-	X	X	X	
Lutjanidae	<i>Lutjanus</i>	<i>apodus</i>	-	-	-	X	X
		<i>chrysopterus</i>	-	-	X	-	X
Mullidae	<i>Pseudopeneus</i>	<i>maculatus</i>	-	-	-	-	X
Pomacanthidae	<i>Holacanthus</i>	<i>ciliaris</i>	X	-	-	X	X
		<i>tricolor</i>	X	-	-	-	-
	<i>Pomacanthus</i>	<i>arcuatus</i>	-	-	-	-	X
<i>paru</i>		X	-	-	-	X	
Pomacentridae	<i>Abudefduf</i>	<i>saxatilis</i>	-	-	-	X	X
		<i>Stegastes</i>	<i>diencaeus</i>	X	-	-	X
	<i>fuscus</i>		-	-	-	-	X
	<i>leucostictus</i>		X	-	-	X	X
	<i>paru</i>		X	-	-	-	X
	<i>planifrons</i>		X	-	-	X	-
	<i>variabilis</i>	X	-	X	X	X	
Scaridae	<i>Scarus</i>	<i>iserti</i>	-	-	X	X	X
		<i>Sparisoma</i>	<i>atomarium</i>	X	-	-	-
	<i>aurofrenatum</i>		X	-	X	X	X
	<i>chrysopterus</i>		X	-	X	-	X
	<i>radians</i>		-	-	-	-	X
	<i>rubripinna</i>	X	-	-	X	X	
<i>viride</i>	-	-	X	X	X		
Sciaenidae	<i>Equetus</i>	<i>acuminatus</i>	-	-	-	-	X
		<i>lanceolatus</i>	X	-	-	-	-
		<i>punctatus</i>	-	-	-	X	-
Serranidae	<i>Diplectrum</i>	<i>formosum</i>	-	-	-	-	X
Sparidae	<i>Gerres</i>	<i>cinereus</i>	-	X	-	-	-
Sphyraenidae	<i>Sphyraena</i>	<i>barracuda</i>	-	-	-	X	X
<b>Total</b>			<b>27</b>	<b>1</b>	<b>11</b>	<b>29</b>	<b>36</b>

A. Huitrón B. 2006. *Caracterización de los ensambles de peces, su relación con la heterogeneidad ambiental y la pesquería de langosta en Isla Contoy, Quintana Roo, México.*

Anexo 5. Listado de especies por mes (SEP= septiembre, OCT= octubre, NOV= noviembre, DIC= diciembre, ENE=enero, FEB= febrero) del ensamble de peces de la FAC de la temporada 1997-1998.

Familia	Genero	Especie	Mes					
			SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB
Acanthuridae	<i>Acanthurus</i>	<i>coeruleus</i>	-	X	X	-	-	-
Antenariidae	<i>Antenarius</i>	<i>sp</i>	-	-	-	X	-	-
Ariidae	<i>Bagre</i>	<i>sp</i>	X	-	X	-	-	-
Balistidae	<i>Aluterus</i>	<i>shoepfi</i>	-	-	-	X	-	-
	<i>Balistes</i>	<i>vetula</i>	-	X	X	-	X	X
	<i>Canthidermis</i>	<i>sufflamen</i>	-	-	-	X	-	-
Bothidae	<i>Bothus</i>	<i>ocellatus</i>	-	X	X	X	X	-
Carangidae	<i>Caranx</i>	<i>crysos</i>	-	-	X	-	-	-
		<i>sp</i>	-	-	-	-	X	-
		<i>Selene</i>	X	-	-	-	-	-
		<i>Trachinotus</i>						
			<i>falcatus</i>	-	-	X	-	-
			<i>sp</i>	X	-	-	-	-
Carcharhinidae	<i>Uraspis</i>	<i>secunda</i>	-	-	X	-	-	-
	<i>Carcharhinus</i>	<i>sp</i>	-	-	-	-	X	-
	<i>Negaprion</i>	<i>brevirostris</i>	-	-	X	-	-	-
Dasyatidae	<i>Dasyatis</i>	<i>americana</i>	X	X	-	X	X	-
Elopidae	<i>Megalops</i>	<i>atlanticus</i>	-	-	-	-	X	-
Gerreidae	<i>Gerres</i>	<i>cinereus</i>	X	-	X	-	-	X
Haemulidae	<i>Anisotremus</i>	<i>virginicus</i>	X	-	X	X	-	X
	<i>Haemulon</i>	<i>album</i>	X	X	X	-	X	X
		<i>flavolineatum</i>	X	X	-	-	X	X
		<i>melanurum</i>	X	-	-	-	-	-
		<i>parra</i>	X	-	-	-	-	-
		<i>plumieri</i>	-	-	-	X	-	-
		<i>sciurus</i>	X	-	-	-	-	-
Kyphosidae	<i>Kyphosus</i>	<i>sp</i>	X	-	X	-	-	-
Labridae	<i>Lachnolaimus</i>	<i>maximus</i>	X	X	X	-	X	X
Lutjanidae	<i>Lutjanus</i>	<i>analis</i>	X	-	X	X	X	X
		<i>griseus</i>	-	X	-	X	X	-
		<i>synagris</i>	X	-	X	-	-	-
Myliobatidae	<i>Aetobatus</i>	<i>narinari</i>	X	-	X	X	X	-
Ogcocephalidae	<i>Ogcocephalus</i>	<i>nasutus</i>	-	X	X	-	-	-
Orectolobidae	<i>Ginglymostoma</i>	<i>cirratum</i>	X	-	X	-	-	-
Ostraciidae	<i>Lactophrys</i>	<i>polygonia</i>	-	X	X	-	-	-
		<i>quadricornis</i>	X	-	-	X	X	-
		<i>trigonus</i>	X	-	-	-	X	-
		<i>triqueter</i>	X	-	-	-	X	-
Pomacanthidae	<i>Holacanthus</i>	<i>bermudensis</i>	-	-	X	X	X	X
	<i>Pomacanthus</i>	<i>arcuatus</i>	X	-	X	X	X	X
		<i>paru</i>	-	-	-	X	-	-
	<i>Abudefduf</i>	<i>saxatilis</i>	X	-	-	-	-	-
Rachycentridae	<i>Rachycentron</i>	<i>canadum</i>	-	-	-	-	X	X
Rajidae	<i>Raja</i>	<i>sp</i>	-	-	-	-	X	-
Rhinobatidae	<i>Rhinobatos</i>	<i>lentiginosus</i>	X	X	X	X	X	-
Rhinopterae	<i>Rhinoptera</i>	<i>sp</i>	-	-	-	X	-	-
Scaridae	<i>Scarus</i>	<i>sp</i>	X	-	-	-	-	X

A. Huitrón B. 2006. *Caracterización de los ensamblajes de peces, su relación con la heterogeneidad ambiental y la pesquería de langosta en Isla Contoy, Quintana Roo, México.*

	<i>Sparisoma</i>	<i>sp</i>	X	-	-	-	-	-
Scombridae	<i>Scomberomorus</i>	<i>cavalla</i>	-	-	-	-	X	-
Scorpaenidae	<i>Scorpaena</i>	<i>brasiliensis</i>	-	-	-	X	-	-
		<i>inermis</i>	-	X	X	-	-	-
Serranidae	<i>Epinephelus</i>	<i>sp</i>	-	X	X	X	X	X
		<i>Mycteroperca</i>	-	-	X	-	-	-
Sparidae	<i>Calamus</i>	<i>calamus</i>	-	-	X	X	-	X
		<i>sp</i>	X	-	-	-	-	-
Sphyrnidae	<i>Sphyrna</i>	<i>sp</i>	-	-	X	-	-	-
Syngnathidae	<i>Hippocampus</i>	<i>sp</i>	-	-	-	-	X	-
Tetraodontidae	<i>Diodon</i>	<i>hystrix</i>	X	-	X	X	X	-
Torpedinidae	<i>Narcine</i>	<i>brasiliensis</i>	X	X	X	X	X	X
Triglidae	<i>Prionotus</i>	<i>ophryas</i>	X	X	-	X	-	-
Urolophidae	<i>Urolophus</i>	<i>jamaicensis</i>	X	-	-	-	X	-
<b>Total</b>			<b>30</b>	<b>16</b>	<b>30</b>	<b>22</b>	<b>26</b>	<b>14</b>

A. Huitrón B. 2006. *Caracterización de los ensambles de peces, su relación con la heterogeneidad ambiental y la pesquería de langosta en Isla Contoy, Quintana Roo, México.*

Anexo 6. Listado de especies por mes (SEP= septiembre, OCT= octubre, NOV= noviembre, ENE=enero, FEB= febrero) del ensamble de peces de la FAC de la temporada 1998-1999.

Familia	Género	Especie	Mes				
			SEP	OCT	NOV	ENE	FEB
Acanthuridae	<i>Acanthurus</i>	<i>sp</i>	X	X	-	-	-
Albulidae	<i>Albula</i>	<i>vulpes</i>	X	-	X	-	-
Ariidae	<i>Bagre</i>	<i>sp</i>	-	X	-	-	-
Balistidae	<i>Balistes</i>	<i>sp</i>	X	-	-	-	-
		<i>vetula</i>	-	X	-	X	-
		<i>Canthidermis sufflamen</i>	-	-	X	-	-
Bothidae	<i>Bothus</i>	<i>ocellatus</i>	X	X	X	-	X
Carangidae	<i>Caranx</i>	<i>hippos</i>	-	X	-	-	-
		<i>sp</i>	-	-	X	-	-
Carcharhinidae	<i>Carcharhinus</i>	<i>sp</i>	-	-	X	-	-
Dasyatidae	<i>Dasyatis</i>	<i>americana</i>	X	-	X	-	-
Gerreidae	<i>Eucinostomus</i>	<i>menalopterum</i>	-	X	-	-	-
		<i>Gerres cinereus</i>	-	-	-	X	-
Haemulidae	<i>Haemulon</i>	<i>album</i>	X	X	-	-	X
		<i>flavolineatum</i>	X	X	-	X	-
		<i>sp</i>	-	X	-	-	-
		<i>Orthopristis chrysoptera</i>	-	X	-	-	-
Kyphosidae	<i>Kyphosus</i>	<i>sp</i>	X	-	X	-	-
Labridae	<i>Lachnolaimus</i>	<i>maximus</i>	X	X	X	-	-
Lutjanidae	<i>Lutjanus</i>	<i>analis</i>	X	-	-	-	-
		<i>campechanus</i>	X	-	-	-	-
		<i>sp</i>	-	X	-	-	-
		<i>synagris</i>	-	X	-	-	-
Mobulidae	<i>Mobula</i>	<i>sp</i>	-	X	-	-	-
Orectolobidae	<i>Ginglymostoma</i>	<i>cirratum</i>	-	-	X	-	-
Ostraciidae	<i>Lactophrys</i>	<i>polygonia</i>	X	-	-	-	-
		<i>quadricornis</i>	-	X	X	X	X
		<i>trigonus</i>	X	X	-	-	-
Pomacanthidae	<i>Holacanthus</i>	<i>ciliaris</i>	X	X	X	X	X
		<i>Pomacanthus arcuatus</i>	X	X	X	X	X
Pomacentridae	<i>Anisotremus</i>	<i>virginicus</i>	X	X	X	X	X
Rachycentridae	<i>Rachycentron</i>	<i>canadum</i>	-	-	X	-	X
Rhinobatidae	<i>Rhinobatos</i>	<i>lentiginosus</i>	X	X	X	-	-
Rhinopteridae	<i>Rhinoptera</i>	<i>sp</i>	-	-	X	-	-
Scaridae	<i>Scarus</i>	<i>sp</i>	X	-	-	-	-
Scorpaenidae	<i>Scorpaena</i>	<i>sp</i>	X	-	X	-	-
Serranidae	<i>Epinephelus</i>	<i>sp</i>	X	X	-	X	-
Sparidae	<i>Calamus</i>	<i>calamus</i>	-	-	X	-	-
		<i>sp</i>	-	X	-	X	X
Sphyraenidae	<i>Sphyraena</i>	<i>barracuda</i>	-	X	-	-	X
Tetraodontidae	<i>Diodon</i>	<i>holacanthus</i>	-	X	-	-	-
		<i>hystrix</i>	X	X	-	X	-
Torpedinidae	<i>Narcine</i>	<i>brasiliensis</i>	X	X	-	-	-
Urolophidae	<i>Urolophus</i>	<i>jamaicensis</i>	X	X	X	-	-
<b>Total</b>			<b>23</b>	<b>27</b>	<b>18</b>	<b>10</b>	<b>9</b>

A. Huitrón B. 2006. *Caracterización de los ensambles de peces, su relación con la heterogeneidad ambiental y la pesquería de langosta en Isla Contoy, Quintana Roo, México.*

Anexo 7. Listado de especies por mes (JUL= julio, AGO= agosto, SEP= septiembre, OCT= octubre, NOV= noviembre, DIC= diciembre, ENE=enero, FEB= febrero) del ensamble de peces de la FAC de la pesquería de langosta de la temporada 1999-2000 .

			Mes							
Familia	Género	Especie	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB
Acanthuridae	<i>Acanthurus</i>	<i>coeruleus</i>	X	-	-	X	-	-	-	-
		<i>chirurgus</i>	X	-	-	-	-	-	-	-
Albulidae	<i>Albula</i>	<i>vulpes</i>	-	-	-	X	-	-	-	-
Ariidae	<i>Bagre</i>	<i>sp</i>	-	-	-	X	X	-	-	-
Balistidae	<i>Balistes</i>	<i>capriscus</i>	-	-	-	X	-	-	X	-
		<i>sp</i>	-	-	-	-	X	-	-	X
	<i>Canthidermis</i>	<i>sufflamen</i>	-	X	-	X	X	-	X	-
	<i>Monacanthus</i>	<i>hispidus</i>	-	-	-	X	-	-	-	-
Bothidae	<i>Bothus</i>	<i>sp</i>	-	X	-	-	-	-	-	-
	<i>Paralichthys</i>	<i>albigutta</i>	-	-	-	X	X	X	X	X
Carangidae	<i>Caranx</i>	<i>bartholomaei</i>	-	-	-	-	X	-	-	-
		<i>ruber</i>	X	-	-	X	-	-	-	-
		<i>sp</i>	-	-	-	X	-	-	-	-
	<i>Selene</i>	<i>vomer</i>	X	-	-	X	-	-	-	-
	<i>Seriola</i>	<i>sp</i>	-	X	-	-	-	-	-	X
	<i>Trachinotus</i>	<i>falcatus</i>	X	-	-	X	X	X	-	-
		<i>goodei</i>	-	-	-	X	X	-	-	-
		<i>sp</i>	-	-	-	X	-	-	-	-
<i>sp</i>		-	-	-	X	-	-	-	-	
Carcharinidae	<i>Carcharhinus</i>	<i>perezi</i>	-	-	X	-	-	-	-	-
		<i>sp</i>	-	-	-	X	-	-	-	X
Dasyatidae	<i>Dasyatis</i>	<i>americana</i>	X	-	-	X	X	-	X	X
Echeneidae	<i>Echeneis</i>	<i>naucrates</i>	-	-	-	-	-	-	X	-
Gerreidae	<i>Gerres</i>	<i>cinereus</i>	-	-	X	-	-	-	-	X
Haemulidae	<i>Anisotremus</i>	<i>surinamensis</i>	X	-	-	X	-	-	-	-
		<i>virginicus</i>	X	-	X	X	X	-	X	X
	<i>Haemulon</i>	<i>album</i>	-	-	-	X	-	-	X	X
		<i>aurolineatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	X
		<i>flavolineatum</i>	-	-	-	X	-	-	X	X
		<i>parra</i>	X	-	-	X	X	-	-	-
		<i>plumieri</i>	-	-	-	-	X	-	-	X
		<i>sciurus</i>	-	-	-	-	-	-	X	-
<i>sp</i>	-	-	-	-	X	-	-	-		
Kyphosidae	<i>Kyphosus</i>	<i>sp</i>	X	X	-	X	X	-	X	-
Labridae	<i>Lachnolaimus</i>	<i>maximus</i>	-	X	-	X	X	X	X	
Lutjanidae	<i>Lutjanus</i>	<i>nalis</i>	X	-	-	X	X	X	X	-
		<i>chrysurus</i>	X	-	-	-	-	-	-	-
		<i>griseus</i>	X	X	-	X	X	X	-	X
		<i>sp</i>	X	X	-	X	X	-	-	-
		<i>synagris</i>	-	-	-	-	X	-	-	-
Mobulidae	<i>Manta</i>	<i>birostris</i>	-	-	-	-	-	X	X	
Mugilidae	<i>Mugil</i>	<i>curema</i>	-	-	X	-	-	-	-	
Muraenidae	<i>Gymnothorax</i>	<i>funnebris</i>	X	-	-	-	-	X	-	
Myliobatidae	<i>Aetobatus</i>	<i>narinari</i>	-	-	-	X	X	X	X	
Ogcocephalidae	<i>Ogcocephalus</i>	<i>nasutus</i>	-	-	-	-	X	-	-	-
		<i>radiatus</i>	-	-	-	X	X	-	X	-
Ostraciidae	<i>Lactophrys</i>	<i>polygonia</i>	-	-	-	-	X	-	-	

A. Huitrón B. 2006. *Caracterización de los ensambles de peces, su relación con la heterogeneidad ambiental y la pesquería de langosta en Isla Contoy, Quintana Roo, México.*

		<i>quadricornis</i>	-	-	X	X	X	X	X	X
		<i>sp</i>	-	-	X	X	X	-	-	-
		<i>trigonus</i>	-	-	-	X	-	X	X	X
		<i>triqueter</i>	-	-	-	-	-	X	-	-
Pomacanthidae	<i>Holocanthus</i>	<i>ciliris</i>	-	-	X	-	X	-	-	X
		<i>bermudensis</i>	X	-	-	X	X	-	X	X
	<i>Pomacanthus</i>	<i>arcuatus</i>	-	-	X	X	X	-	X	X
		<i>paru</i>	-	-	-	-	-	-	X	X
		<i>sp</i>	-	-	X	X	X	-	-	-
Rachycentridae	<i>Rachycentron</i>	<i>canadum</i>	-	-	-	-	-	X	-	X
Rajidae	<i>Raja</i>	<i>eglanteria</i>	-	-	-	-	-	-	-	X
Rhinobatidae	<i>Rhinobatos</i>	<i>lentiginosus</i>	X	-	-	X	X	X	X	X
Rhinopteridae	<i>Rhinoptera</i>	<i>sp</i>	-	-	-	X	X	-	X	-
Scaridae	<i>Scarus</i>	<i>guacamaia</i>	-	X	-	-	-	-	-	-
		<i>sp</i>	X	-	-	-	-	-	-	X
	<i>Sparisoma</i>	<i>rubripinne</i>	-	X	-	-	-	-	-	-
Scombridae	<i>Somberomorus</i>	<i>cavalla</i>	-	-	-	X	-	-	X	X
		<i>sp</i>	-	-	-	-	-	-	-	X
Scorpaenidae	<i>Scopaena</i>	<i>plumieri</i>	X	-	-	X	X	-	X	X
		<i>sp</i>	-	-	-	X	X	-	-	-
Serranidae	<i>Diplectrum</i>	<i>formosum</i>	-	-	-	-	-	-	-	X
	<i>Epinephelus</i>	<i>morio</i>	X	X	-	X	X	X	X	X
		<i>sp</i>	-	X	-	X	-	-	-	X
	<i>Mycteroperca</i>	<i>bonaci</i>	X	-	-	X	X	-	X	-
Sparidae	<i>Archosargus</i>	<i>probatocephalus</i>	-	-	-	-	X	-	-	-
		<i>rhomboidalis</i>	-	-	-	-	X	-	-	-
	<i>Calamus</i>	<i>bajonardo</i>	-	-	-	-	X	-	X	-
		<i>calamus</i>	X	-	-	-	-	-	X	-
		<i>penna</i>	-	-	-	-	X	-	-	-
		<i>sp</i>	X	X	-	X	X	X	X	X
	<i>Diplodus</i>	<i>argenteus</i>	-	-	-	-	-	-	X	-
Sphyraenidae	<i>Sphyraena</i>	<i>barracuda</i>	-	-	-	X	-	-	-	-
Sphyrnidae	<i>Sphyrna</i>	<i>sp</i>	-	-	-	-	X	-	-	-
Syngnathidae	<i>Hippocampus</i>	<i>erectus</i>	-	-	-	-	X	-	-	-
Tetraodontidae	<i>Chilomycterus</i>	<i>shoefi</i>	-	-	-	-	-	-	X	-
	<i>Diodon</i>	<i>holocanthus</i>	-	-	-	-	X	-	-	-
		<i>hystrix</i>	-	-	-	X	-	-	-	-
		<i>sp</i>	-	-	-	X	X	X	-	-
Torpedinidae	<i>Narcine</i>	<i>brasiliensis</i>	X	-	-	X	X	-	X	X
Triglidae	<i>Prionotus</i>	<i>ophryas</i>	X	-	-	X	-	-	-	-
Uranoscospidae	<i>Astroscopus</i>	<i>guttatus*</i>	-	-	-	-	-	-	-	X
Urolophidae	<i>Urolophus</i>	<i>jamaicensis</i>	-	-	-	X	X	-	X	-
<b>Total</b>			25	12	9	48	45	13	34	34

A. Huitrón B. 2006. *Caracterización de los ensambles de peces, su relación con la heterogeneidad ambiental y la pesquería de langosta en Isla Contoy, Quintana Roo, México.*

Anexo 8. Listado de especies de peces del Parque Nacional Isla Contoy. (Incluye los ensambles por censo visual y los ensambles de la FAC de las temporadas 1997-1998; 1998-1999 y 1999-2000, y el total de familias, géneros y especies registradas para el PNIC). Listado de especies actualizado según FishBase (07/2006).

Familia	Genero	Especie	Censo visual	FAC
Acanthuridae	<i>Acanthurus</i>	<i>bahianus</i>	X	
		<i>coeruleus</i>	X	X
		<i>chirurgus</i>	X	X
Antennariidae	<i>Antennarius</i>	<i>sp</i>		X
Albulidae	<i>Albula</i>	<i>vulpes</i>		X
Ariidae	<i>Bagre</i>	<i>sp</i>		X
Balistidae	<i>Aluterus</i>	<i>scriptus*</i>	X	
		<i>shoepfi*</i>	X	
		<i>Balistes capriscus*</i>	X	X
		<i>Balistes vetula</i>	X	
		<i>Cantherhines pullus</i>	X	
		<i>Canthidermis sufflamen</i>	X	X
		<i>Monacanthus hispidus</i>	X	X
Bothidae	<i>Bothus</i>	<i>ocellatus</i>		X
		<i>sp</i>		X
		<i>Paralichthys albigutta</i>		X
Carangidae	<i>Carangoides</i>	<i>bartholomei</i>	X	X
		<i>crysos</i>		X
		<i>ruber</i>	X	X
		<i>Caranx hippos</i>	X	
		<i>Selene vomer</i>	X	X
		<i>Seriola sp</i>		X
		<i>Trachinotus falcatus</i>		X
		<i>goodei</i>		X
Carcharhinidae	<i>Uraspis</i>	<i>secunda</i>		X
		<i>Carcharhinus perezii</i>		X
		<i>sp</i>		X
Cirrhitidae	<i>Negaprion</i>	<i>brevisrostris</i>		X
		<i>Amblycirrhitus pinos</i>	X	
Clinidae	<i>Labrisomus</i>	<i>nuchipinnis</i>	X	
		<i>Malaccoctenus gilli</i>	X	
		<i>triangulatus</i>	X	
Chaetodontidae	<i>Starksia</i>	<i>sp</i>	X	
		<i>Chaetodon capistratus</i>	X	
		<i>ocellatus</i>	X	
		<i>striatus</i>	X	
Dasyatidae	<i>Dasyatis</i>	<i>americana</i>	X	X
Echeneidae	<i>Echeneis</i>	<i>naucrates</i>	X	X
Exocoetidae	<i>Hemiramphus</i>	<i>brasiliensis*</i>	X	
Gerreidae	<i>Eucinostomus</i>	<i>argenteus</i>	X	

A. Huitrón B. 2006. *Caracterización de los ensamblajes de peces, su relación con la heterogeneidad ambiental y la pesquería de langosta en Isla Contoy, Quintana Roo, México.*

		<i>gula</i>	X	
		<i>melanopterus</i>		X
	<i>Gerres</i>	<i>cinereus</i>	X	X
Gobiidae	<i>Coryphopterus</i>	<i>glaucofraenum</i>	X	
		<i>hyalinus</i>	X	
	<i>Gnatholepis</i>	<i>thompsoni*</i>	X	
	<i>Ctenogobius</i>	<i>saepepallens</i>	X	
	<i>Elacatinus</i>	<i>evelynae*</i>	X	
		<i>oceanops</i>	X	
Grammistinae	<i>Rypticus</i>	<i>saponaceus</i>	X	
Haemulidae	<i>Anisotremus</i>	<i>surinamensis</i>	X	X
		<i>virginicus</i>	X	X
	<i>Haemulon</i>	<i>album</i>	X	X
		<i>aurolineatum</i>		X
		<i>carbonarium</i>	X	
		<i>flavolineatum</i>	X	X
		<i>macrostomum</i>	X	
		<i>melanurum</i>		X
		<i>parra</i>	X	X
		<i>plumieri</i>	X	X
		<i>sciurus</i>	X	X
	<i>Orthopristis</i>	<i>chrysoptera</i>		X
Holocentridae	<i>Holocentrus</i>	<i>adscensionis</i>	X	
	<i>Holocentrus</i>	<i>rufus*</i>	X	
Kyphosidae	<i>Kyphosus</i>	<i>sp</i>	X	X
Labridae	<i>Bodianus</i>	<i>rufus</i>	X	
	<i>Halichoeres</i>	<i>bivittatus</i>	X	
		<i>garnoti</i>	X	
		<i>maculipinna</i>	X	
		<i>pictus</i>	X	
		<i>poeyi</i>	X	
		<i>radiatus</i>	X	
	<i>Lachnolaimus</i>	<i>maximus</i>	X	X
	<i>Thalassoma</i>	<i>bifasciatum</i>	X	
	<i>Xyrichtys</i>	<i>splendens</i>	X	
Lutjanidae	<i>Lutjanus</i>	<i>analis</i>	X	X
		<i>apodus</i>	X	
		<i>campechanus</i>		X
		<i>cyanopterus</i>	X	
		<i>griseus</i>	X	X
		<i>jocu</i>	X	
		<i>mahogoni</i>	X	
		<i>synagris</i>		X
	<i>Ocyurus</i>	<i>chyrurus</i>	X	X
Megalopidae	<i>Megalops</i>	<i>atlanticus*</i>	X	

A. Huitrón B. 2006. *Caracterización de los ensambles de peces, su relación con la heterogeneidad ambiental y la pesquería de langosta en Isla Contoy, Quintana Roo, México.*

Mobulidae	<i>Manta</i>	<i>birostris*</i>	X	X
Mullidae	<i>Mulloidichthys</i>	<i>martinicus</i>	X	
		<i>Pseudupeneus</i>	<i>maculatus</i>	X
Mugilidae	<i>Mugil</i>	<i>curema</i>		X
Muraenidae	<i>Gymnothorax</i>	<i>funnebris</i>	X	X
		<i>miliaris</i>	X	
		<i>moringa</i>	X	
Myliobatidae	<i>Aetobatus</i>	<i>narinari*</i>	X	X
Ogcocephalidae	<i>Ogcocephalus</i>	<i>nasutus</i>	X	X
		<i>radiatus</i>	X	X
Ostraciidae	<i>Acanthostracion</i>	<i>polygonius</i>	X	X
		<i>quadricornis</i>	X	X
		<i>Lactophrys</i>	<i>trigonus</i>	X
Pomacanthidae	<i>Holacanthus</i>	<i>bermudensis</i>	X	X
		<i>ciliaris</i>	X	X
		<i>tricolor</i>	X	
	<i>Pomacanthus</i>	<i>arcuatus</i>	X	X
		<i>paru</i>	X	X
Pomacentridae	<i>Abudefduf</i>	<i>saxatilis</i>	X	
		<i>Stegastes</i>	<i>adustus</i>	X
		<i>diencaeus</i>	X	
		<i>fuscus</i>	X	
		<i>leucostictus</i>	X	
		<i>partitus</i>	X	
		<i>planifrons</i>	X	
<i>variabilis</i>	X			
Rachycentridae	<i>Rachycentron</i>	<i>canadum</i>		X
Rajidae	<i>Raja</i>	<i>eglanteria</i>		X
Rhincodontidae	<i>Ginglymostoma</i>	<i>cirratum</i>	X	
Rhinobatidae	<i>Rhinobatos</i>	<i>lentiginosus</i>		X
Rhinopteridae	<i>Rhinoptera</i>	<i>sp</i>		X
Scaridae	<i>Scarus</i>	<i>coelestinus</i>	X	
		<i>guacamaia</i>	X	X
		<i>iseri</i>	X	
	<i>Sparisoma</i>	<i>atomarium</i>	X	
		<i>aurofrenatum</i>	X	
		<i>chrysopterum</i>	X	
		<i>radians</i>	X	
		<i>rubripinne</i>	X	X
		<i>viride</i>	X	
Sciaenidae	<i>Equetus</i>	<i>lanceolatus</i>	X	
		<i>punctatus</i>	X	
	<i>Pareques</i>	<i>acuminatus</i>	X	
	<i>Odontoscion</i>	<i>dentex</i>	X	

A. Huitrón B. 2006. *Caracterización de los ensambles de peces, su relación con la heterogeneidad ambiental y la pesquería de langosta en Isla Contoy, Quintana Roo, México.*

Scombridae	<i>Scomberomorus</i>	<i>cavalla</i>		X	
Scorpaenidae	<i>Scorpaena</i>	<i>brasiliensis</i>		X	
		<i>inermis</i>		X	
		<i>plumieri</i>	X	X	
Serranidae	<i>Cephalopholis</i>	<i>fulva*</i>	X		
		<i>cruentata</i>	X		
	<i>Diplectrum</i>	<i>formosum</i>	X	X	
		<i>Epinephelus</i>	<i>guttatus</i>	X	
	<i>morio</i>		X	X	
	<i>striatus</i>		X		
	<i>Mycteroperca</i>	<i>bonaci</i>	X	X	
		<i>intertitialis</i>	X		
		<i>phenax</i>	X		
<i>venenosa</i>			X		
Sparidae	<i>Serranus</i>	<i>trigrinus</i>	X		
	<i>Archosargus</i>	<i>probatocephalus</i>	X	X	
		<i>rhomboidalis</i>		X	
		<i>Calamus</i>	<i>bajonardo</i>		X
	<i>calamus</i>		X	X	
	<i>penna</i>			X	
	<i>pennatula</i>		X		
			<i>argenteus</i>	X	X
	Sphyraenidae	<i>Sphyraena</i>	<i>barracuda</i>	X	X
Sphyrnidae	<i>Sphyrna</i>	sp		X	
Syngnathidae	<i>Hippocampus</i>	<i>erectus</i>		X	
Synodontidae	<i>Synodus</i>	<i>saurus*</i>	X		
Tetraodontidae	<i>Chilomycterus</i>	<i>schoepfii</i>		X	
		<i>Diodon</i>	<i>holocanthus</i>	X	X
			<i>hystrix</i>	X	X
		<i>Sphoeroides</i>	<i>spengleri</i>	X	
Torpedinidae	<i>Narcine</i>	<i>brasiliensis</i>		X	
Triglidae	<i>Prionotus</i>	<i>ophryas</i>		X	
Uranoscopidae	<i>Astroscopus</i>	<i>guttatus</i>		X	
Urolophidae	<i>Urobatis</i>	<i>jamaicensis</i>	X	X	

		Total Sp	126 por censo visual	86 por FAC
<b>Total Familias</b>	<b>Total Géneros</b>			
52	86	<b>Total Sp</b>	164	

\* = especies observadas en el área de estudio, sin registro en los transectos.

**Notas. 1.** Para estimar el número de especies totales no se contaron como nuevas especies aquellos registros que se hicieron únicamente hasta nivel de género en los ensambles de la FAC, en los casos en que el género había sido reportado durante los censos. Esto se debe a que durante los monitoreos de la FAC algunos ejemplares no se pudieron determinar hasta especie, siendo probable que se tratara de alguna incluida en los censos visuales. **2.** Se obtuvo un total de 164 especies pertenecientes a 86 géneros y 52 familias.