

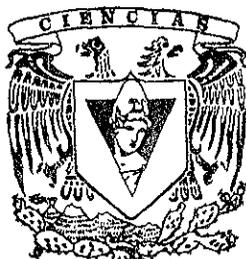


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

"ANALISIS DE LA ESTRUCTURA COMUNITARIA DE LOS PECES ARRECIFALES DEL PARQUE MARINO CHANKANAAB, COZUMEL, QUINTANA ROO"

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
B I O L O G A
P R E S E N T A :
MARIA DANIELLA GUEVARA MUÑOZ



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

DIRECTOR DE TESIS: DR. ENRIQUE LOZANO ALVAREZ.



SECRETARIA DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

1998

262841



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

M. en C. Virginia Abrín Batule
Jefe de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis:

"Análisis de la estructura comunitaria de los peces arrecifales
del Parque Marino Chankanaab, Cozumel, Quintana Roo"

realizado por María Daniella Guevara Muñoz

con número de cuenta 9150680-7, pasante de la carrera de Biología

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis Propietario Dr. Enrique Lozano Alvarez

Propietario Dr. Virgilio Arenas Fuentes

Propietario Dr. Rogelio Macías Ordóñez

Suplente Biol. Sergio López Mendoza

Suplente Biol. Jena Rosado Matos

Sergio López Mendoza
SERGIO LÓPEZ MENDOZA

Jena Rosado Matos
FACULTAD DE CIENCIAS

Consejo Departamental de Biología

Edna M. Suarez D.

DRA. EDNA MARIA SUAREZ DIAZ

DEPARTAMENTO
DE BIOLOGÍA

A mis papás: Maru y Miguel,
a Maru
a Lulú
y a Rosamaría.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Enrique Lozano Álvarez por su asesoría, colaboración, apoyo y amistad durante el desarrollo de esta tesis.

Al M. en C. Fernando Negrete Soto por su valiosa ayuda en el campo, laboratorio, consejos y amistad. ¡Gracias Fer!

Quiero hacer un agradecimiento muy especial al Biol. Sergio López Mendoza, por su interés, entusiasmo y ayuda tan valiosa, ya que sin él no hubiera sido posible la terminación de este trabajo.

Al Dr. Virgilio Arenas Fuentes por sus valiosos comentarios que ayudaron a mejorar esta tesis.

Al Dr. Rogelio Macías Ordóñez por su preocupación por el correcto desarrollo de este trabajo.

A la Biol. Jena Rosado Matos por su amistad y por todas sus enseñanzas.

Al Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Estación Puerto Morelos y a todas las personas que en ella laboran.

A Jaime Estrada y Erick Cadena por su valiosa ayuda en la toma de datos.

A mis Padres que siempre me han apoyado en todas mis decisiones, por su amor y confianza ..¡GRACIAS!

A Maru y Adrián por estar conmigo siempre!!

A Surya porque con ella conocí el Caribe, por su amistad, comprensión y paciencia durante mi estancia en Puerto Morelos.

A Dení, Ana, Ale, Guille, Iliana, Lucía, Nadia, Mario, Jorge (tepex), Andrés Valle, Pablo Barberis y Pedro Strukelj por ser mis amigos desde hace muchos años y por los que faltan.

A Nancy, Aimee, Karla, Luzma, Kor, Daniel, Natalia, Yazmin, Gaby Reyes y Robert por el gusto de haberlos conocido y por todos los días de diversión en el Caribe.

A Adrián Quijada por sus comentarios que fueron de gran ayuda

A Fundación UNAM por el apoyo proporcionado durante la realización de esta tesis.

ÍNDICE

Resumen

1. Introducción.....	1
1.1 Comunidades.....	2
1.2 Métodos de muestreo	3
1.3 Ecología de peces arrecifales.....	5
2. Objetivos e hipótesis	9
3. Área de estudio	10
4. Método	14
4.1 Actividades de campo	14
4.2 Trabajo de gabinete	16
5. Resultados	19
6. Discusión	36
7. Conclusiones	42
8. Literatura citada	44

RESUMEN

Se analizó la estructura comunitaria de los peces arrecifales en las tres distintas zonas del Parque Marino Chankanaab: zona de arenal, zona de pastizal y zona rocosa, en términos de composición taxonómica, riqueza específica y abundancia relativa. Para este estudio se utilizaron censos visuales por medio de 15 transectos por zona.

Se identificaron 129 especies de peces pertenecientes a 64 géneros y 39 familias. Se consideraron diez especies como dominantes dentro de las tres zonas, ya que constituyeron más del 60% del número de individuos registrados, estas son: *Haemulon flavolineatum*, *Abudefduf saxatilis*, *Coryphopterus glaucofraenum*, *Stegastes partitus*, *Acanthurus bahianus*, *Chromis multilineata*, *Chromis cyanea*, *Caranx ruber*, *Acanthurus coeruleus* y *Kipphosus sectatrix*. En la zona rocosa se registraron 67 especies de peces, en el arenal 34 y en el pastizal 35.

La zona ejerció un efecto de variación de la riqueza específica y provocó diferencias al borde de la significancia en los valores de equitabilidad de peces dentro del parque. Las tres diferentes zonas no son comparables en términos de diversidad, ya que en la representación gráfica del rango de abundancia específica y la abundancia relativa presentan un entrecruzamiento.

La zona rocosa presentó los máximos valores de riqueza específica debido probablemente a la gran heterogeneidad ambiental que presenta, proporcionando un mayor número de sitios habitables para la comunidad ictiológica.

Se llevó a cabo un análisis de similitud, en el que se observó que las zonas más semejantes, en cuanto al número de especies que comparten, fueron las zonas de arenal y pastizal, quizás se deba a que estas zonas presenten una menor heterogeneidad ambiental. La mayoría de las especies registradas, tanto para la zona de arenal como la zona de pastizal, son especies residentes o especialistas en cuanto a alimentación, como las especies detritívoras y herbívoras.

Dentro de la zona de arenal se encuentran los cabezos de coral, en los cuales se obtuvo una riqueza específica de 56. Estos resultados no se incluyeron en ningún tipo de análisis debido que el tipo de muestreo fue distinto que en las demás zonas.

1. INTRODUCCIÓN

El estudio de las comunidades ha sido un tópico muy importante dentro de la ecología, ya que se ha intentado describir la forma en la que las especies se distribuyen en la naturaleza y la relación que puedan tener con el ambiente que las rodea. El primer acercamiento para esta descripción fue la búsqueda de patrones en la estructura y composición de la comunidad (Begon *et al* 1990).

Uno de los ecosistemas más complejos y diversos del medio marino son los arrecifes de coral. En ellos coexisten miles de especies (Loya 1972) que representan, prácticamente, todos los grupos de organismos marinos existentes. Su diversidad es comparable con las selvas altas perennifolias (Connell 1978). Dentro de este ecosistema se pueden encontrar a diversas comunidades, como la de los peces, en torno al cual se enfoca este trabajo.

Los peces que habitan los arrecifes de coral son una de las faunas de vertebrados mas diversas (Goldman & Talbot 1976, Sale & Dybdahl 1975, Montgomery, 1990). Se han registrado aproximadamente 500 a 700 especies en los arrecifes del Caribe, 1500 para la Gran Barrera Arrecifal Australiana y para el Indo-Pacífico se han registrado de 2000 a 4000 especies (Goldman & Talbot 1976, Sale 1980, Lowe & Mc Connell 1987, Roberts & Ormond 1987, Choat & Bellwood 1991).

Debido a esto, las comunidades de peces representan un interesante grupo de estudio dentro de la ecología de comunidades, además de contribuir al conocimiento de la diversidad de estos organismos en la región del Caribe mexicano, ya que ha sido poco estudiada en nuestro país.

Uno de los medios por los cuales se puede comprender la coexistencia de las diversas especies de peces en el arrecife, es por medio de la obtención de información acerca de la estructura de la comunidad, es decir, sobre la abundancia y forma en la que se distribuyen las especies en el espacio (Magurran 1988).

Este trabajo examina la estructura comunitaria de los peces arrecifales en términos de composición taxonómica, abundancia, zonación y diversidad. Cabe mencionar que esta investigación forma parte de un estudio multidisciplinario del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Estación Puerto Morelos, llamado "Ecología y manejo del ambiente marino del Parque Chankanaab , Cozumel, Quintana Roo", el cual consiste en determinar la condición de la biota coralina en los hábitats característicos del parque y conocer la dinámica de los principales parámetros ambientales que afectan a esta comunidad. Esto con el fin de garantizar la eficacia del parque, ya que debe representar un potencial benéfico en la conservación marina.

1.1. COMUNIDADES

La comunidad es un conjunto de poblaciones que se encuentran en el mismo tiempo y espacio. Un aspecto esencial en el estudio de la ecología de comunidades es interpretar la manera en la que las especies se distribuyen en la naturaleza, así como las interacciones que existen entre ellas y con el ambiente que las rodea (Begon *et al* 1990). Esta definición resulta ser poco práctica, debido a que en un muestreo la delimitación espacial y temporal es arbitraria, por lo tanto es muy difícil poder conocer a la comunidad completa. Por esta razón Lamshead *et al* (1983) propusieron el término de "ensamble", que se define como "aquello que resulta de un muestreo adecuado de todos los organismos de una categoría específica, encontrados en el mismo sitio"

La naturaleza de la comunidad está determinada por las adaptaciones de sus organismos al ambiente físico y a las interacciones entre organismos. Estas adaptaciones e interacciones determinan atributos de la comunidad como dominancia, diversidad de especies, composición específica, estructura de redes tróficas, así como las estructuras y formas de crecimiento (Krebs 1978).

Existen una gran variedad de factores biológicos y físicos que afectan la distribución y abundancia de las poblaciones, y por lo tanto, la estructura de la comunidad. Estos factores pueden llegar a producir patrones, formándose así procesos estructuradores de las comunidades (Connell 1975, Connell & Keough 1985)

Los eventos de perturbación causan una variación ambiental y han demostrado afectar características propias de la comunidad como la riqueza específica, la dominancia y la biomasa (Pickett & Withe 1985)

La estructura de la comunidad es el conjunto de especies que la forman y la abundancia relativa de cada una de ellas (Begon *et al* 1990). Existen dos herramientas fundamentales que se relacionan con la estructura de la comunidad, los índices de diversidad y los índices de similitud (Washington 1984).

La medida más sencilla de la diversidad es el número de especies en la comunidad (Krebs 1978, Magurran 1988). Sin embargo la diversidad esta formada por dos componentes: la riqueza de especies y la equitabilidad (Magurran 1988). La equitabilidad es a abundancia relativa de una especie en una comunidad que indica la proporción en la que esta especie contribuye a la abundancia total del número de individuos (Krebs 1978). Las medidas de la diversidad de especies pueden ser divididas en tres categorías: índice de riqueza de especies, modelos de abundancia de especies, y por último los índices basados en la abundancia proporcional que toman en cuenta tanto a la equitabilidad, como a la riqueza específica (Magurran 1988). Muchas de las diferencias entre los índices de diversidad se deben al peso que les otorgan a la equitabilidad y a la riqueza de especies.

Los índices de similitud son básicamente medidas de desigualdad (Krebs 1989) o semejanza de la estructura de dos o más comunidades (Washington 1984). Existe una gran cantidad de este tipo de índices, algunos comparan el número de especies que comparten las comunidades o la abundancia de las especies que existan entre estas.

1.2. MÉTODOS DE MUESTREO

Desde los últimos 30 años han surgido una gran cantidad de técnicas para poder determinar la abundancia y diversidad de las especies de peces que habitan en un arrecife. Estas técnicas se dividen en dos principales grupos. Las técnicas destructivas y las no destructivas. La primera consiste en tomar muestras de los peces en el área, ya sea por medio de redes, arpones, venenos, anestésicos o explosivos (Talbot & Goldman 1972, Chave & Eckert 1974, Sale & Dybdahl 1975, Brock *et al* 1979, Brock 1982, Álvarez-Guillen *et al* 1986, Díaz-Ruíz y Aguirre-León 1993, Díaz-Ruíz *et al* 1995, Rakitin & Kramer 1996). Estas técnicas destructivas resultan ser caras, además no son selectivas. En la segunda se utilizan censos visuales, que no dañan a ninguna población del arrecife. Esta técnica consiste en realizar conteos de las especies registrando el número de individuos que se

encuentran de cada una de ellas. Existen varios procedimientos con los cuales se pueden llevar a cabo este tipo de técnica.

El primer censo visual fue propuesto por Brock (1954), el cual consistía en colocar un transecto de 450 m. de largo por 12 m. de ancho. Este era recorrido por dos buzos que registraban todas las especies que se encontraran dentro del área delimitada. A partir de esta propuesta se empezaron a realizar los censos visuales, pero con algunas modificaciones, principalmente en el largo y el ancho del transecto dependiendo de las necesidades del usuario (Chave & Eckert 1974, Sale 1974, Russell *et al* 1977, Anderson *et al* 1981, Brock 1982, Sale & Sharp 1983, Álvarez-Guillén *et al* 1986, Roberts & Ormond 1987, Bellwood & Alcalá 1988, Díaz-Ruiz y Aguirre-León 1993, Dufour *et al* 1995, Gaudian *et al* 1995, Rakitin & Kramer 1996, Díaz-Ruiz *et al* 1995). También surgieron nuevos métodos para realizar censos visuales en los cuales no se hace uso de transectos lineales, se registran todas las especies vistas en un determinado lapso de tiempo (Jones & Thompson 1978, Sale & Douglas 1981, Kimmel 1985, Bohnsak & Bannerot 1986). No obstante, el uso de transectos es la técnica mas común para realizar estimaciones visuales de peces arrecifales (Tresher & Gunn 1986).

1.3. ECOLOGÍA DE PECES ARRECIFALES

Las comunidades de peces constituyen un papel muy importante dentro de las cadenas de alimentación del ecosistema arrecifal, ya que son importantes consumidores. Presentan una gran variedad de hábitos alimenticios ya que pueden ser herbívoros, omnívoros, planctívoros y piscívoros. Debido a esto presentan una gran variedad morfológica (Randall 1967, Hobson 1991). Los peces tienen la capacidad de modificar la estructura del arrecife ya que son importantes agentes de bioerosión externa, transformando las estructuras calcáreas del arrecife en sedimento. Este sedimento, en la base y laguna del arrecife, provee un hábitat distinto para invertebrados y un medio para el crecimiento de meiofauna, el cual es explotado por peces bentónicos (Choat & Bellwood, 1985). Además, en cuanto a su tamaño, son los organismos más abundantes y conspicuos que se pueden encontrar en el arrecife. Este grupo de peces utiliza el arrecife como zona de refugio, reproducción y recurso de alimento, siendo el mayor causante de impacto sobre el arrecife (Randall 1974).

La mayoría de las especies de peces arrecifales presentan una distribución geográfica restringida a aguas templadas, que reflejan la distribución de los arrecifes de coral, por lo tanto están limitados a áreas poco profundas, dentro del rango fotosintéticamente activo (Choat & Bellwood 1991). Las familias características de los arrecifes coralinos son: Labridae, Scaridae, Pomacentridae, Acanthuridae, Chaetodontidae y Pomacanthidae, Blenniidae, Gobiidae, Apogonidae, Haemulidae, Ostraciidae, Tetraodontidae, Balistidae, Holocentridae, Serranidae y Lutjanidae (Sale 1991, Choat & Bellwood 1991).

Existen una gran cantidad de trabajos enfocados a las posibles causas de la gran diversidad de peces en los ecosistemas arrecifales. Muchas especies coexisten compitiendo por recursos, principalmente alimento y espacio, esto provoca diferencias en cuanto a la estructura comunitaria de los peces dentro del arrecife (Sale 1978). Algunos investigadores proponen que los ensambles de peces están en equilibrio, debido a la competencia interespecífica, provocando un incremento de la especialización y manteniendo la estabilidad. Como consecuencia las especies ocupan un papel bien definido dentro de la comunidad (Gladfelter & Gladfelter 1978, Gladfelter *et al* 1980, Anderson *et al* 1981, Ogden & Ebersole 1981). Por otro lado Sale (1977) y Brock *et al* (1979) plantean que la aleatoriedad del ambiente es tal, que no es posible encontrar comunidades en estabilidad y por lo tanto no son predecibles en función de variables ambientales, provocando un mantenimiento de una alta diversidad. Sale (1978) postuló la teoría de la "lotería" como el mecanismo que permite el mantenimiento de la alta diversidad, las especies producen un gran número de larvas planctónicas que compiten por el sustrato, por lo tanto el reclutamiento de juveniles en cualquier lugar del arrecife es independiente de la composición de especies maduras que se encuentren en el sitio. Hay una gran controversia en cuanto a las causas de la gran diversidad de peces que existen en los arrecifes coralinos, esta puede verse afectada por una gran cantidad de variables como la heterogeneidad ambiental, disponibilidad de alimento y espacio.

Una de las características más notables de los arrecifes de coral es la heterogeneidad ambiental (Williams 1991), que provoca una distribución de los peces en función de la complejidad topográfica (Luckhurst & Luckhurst 1978, Sale & Dybdahl 1975, Talbot *et al* 1979), disponibilidad de alimento (Thresher 1983) y disponibilidad de refugios (Roberts & Ormond 1987). Esto quiere decir que los hábitats de mayor complejidad permiten el

establecimiento de un mayor número de especies y de individuos (Sale 1972, Talbot *et al* 1979). Las especies pequeñas de peces arrecifales seleccionan el hábitat en términos de tipo de sustrato o perfil físico (Williams 1991, Sale 1972, Gladfelter & Gladfelter 1978, Luckhurst & Luckhurst 1978). Gladfelter *et al* (1980) encontraron una correlación entre la diversidad y algunos parámetros estructurales del arrecife, en particular, con la complejidad en superficie y área arrecifal, concluyendo que la estructura del hábitat juega un papel muy importante en la estructura de la comunidad. Por otro lado Talbot & Goldman (1972) realizaron un estudio en la Gran Barrera Arrecifal Australiana, en el cual demostraron una correlación significativa entre el número de especies y cuatro factores ambientales, refugio, complejidad topográfica, acción del oleaje y variación de la temperatura. Las diferencias presentes en la heterogeneidad ambiental se deben básicamente a que proporcionan factores físicos y biológicos diversos (Mc Cormyck & Choat 1987), dando como resultado la colonización de diferentes especies (Sale & Dybdhal 1975), ya que estas no se distribuyen aleatoriamente, pues existe una clara segregación de las especies dependiendo de la zona arrecifal (Hiatt & Strasburg 1960, Chave & Eckert 1974, Sale 1977, Sale 1980). Un sitio topográficamente más complejo, provee mayor número de refugios (Hiatt & Strasburg 1960, Alevison & Brooks 1975, Gladfelter & Gladfelter 1978).

Las interacciones peces/hábitat indican patrones de utilización y migración de varios conjuntos de peces, relacionados con el complejo arrecife coralino, pastos marinos y mangle (Díaz-Ruiz & Aguirre-León 1993). También existe un patrón de reemplazamiento de especies debido a las migraciones por alimentación, reproducción y/o refugio (Sale & Douglas 1984, Díaz & Aguirre 1993, Williams 1991, Díaz-Ruiz *et al* 1992). Estos movimientos son diurnos y nocturnos, durante el día se presenta la mayor disponibilidad de alimento y por lo tanto mayor actividad alimenticia (Álvarez-Guillen *et al* 1986). En su mayoría son familias de herbívoros como Scaridae y Labridae (Roblee & Zieman 1984, Thayer *et al* 1984). Durante la noche existe menos actividad, principalmente se encuentran especies que se alimentan de invertebrados bentónicos (Meyer *et al* 1983). Existe una sustitución de fauna entre el amanecer y el atardecer; en el área de pastos marinos y arenales, existen una gran cantidad de especies de peces durante el día, pero en la mayoría estas no son residentes, ocupan estas áreas como zonas de alimentación (Ogden & Zieman 1977). Algunas de las especies de peces

arrecifales después de alimentarse durante el día, regresan al mismo sitio cada noche (Ehrlich 1977, Luckhurst & Luckhurst, 1978). Las especies residentes de las zonas de pastos marinos por lo general presentan tamaños pequeños y durante la noche se refugian dentro del dosel (Roblee & Ziemann 1984). La composición comunitaria de los peces arrecifales está influida por la proximidad de zonas de pastos marinos y parches de coral, debido a la migración de las especies por alimento y refugio (Gladfelter *et al* 1980), y viceversa (Weinstein & Heck 1979). Estos movimientos, tienen como consecuencia un movimiento de nutrientes y energía, en el área donde radican los peces (Ogden & Ziemann 1977). Los arrecifes coralinos se benefician con los productos fecales de los peces que son ricos en nutrientes como nitrógeno y fósforo (Meyer *et al* 1983).

Roblee & Ziemann (1984) encontraron en un estudio realizado en las islas Vírgenes que las familias características de los pastizales durante el día son Scaridae, Labridae, Balistidae, Acanthuridae, Tetraodontidae, Lutjanidae, y Diodontidae, estos resultados coinciden con los obtenidos por Weinstein & Heck (1979) en las costas caribeñas de Panamá y el Golfo de México, y por Heck & Weinstein (1989) en Panamá.

Dada la importancia que representan los peces arrecifales se requieren conocimientos más precisos sobre aspectos taxonómicos, biológicos, y ecológicos en escalas temporales y espaciales para poder evaluar y manejar estos recursos (Díaz-Ruíz *et al* 1991). Sin embargo son muy pocos los trabajos realizados acerca de las comunidades ictiológicas en el Caribe mexicano.

En 1986 Álvarez-Guillén *et al*, realizaron un estudio de los peces que habitan los pastos marinos de la laguna arrecifal de Pto. Morelos, Quintana Roo. En el cual se registraron 43 especies, 33 géneros y 22 familias. Este estudio se realizó por medio de un chinchorro playero en un ciclo nictemeral. Estas especies fueron analizadas obteniendo el espectro trófico y hábitos alimenticios con lo cual se observó que utilizan este hábitat de los arrecifes coralinos como áreas de alimentación, crianza y protección.

Fenner (1991) realizó censos visuales por medio de transectos en la Isla de Cozumel reportando 228 especies de peces, de las cuales 139 especies fueron identificadas por medio de fotografías.

En un estudio realizado de 1988 a 1992, en la parte sur de la Isla de Cozumel, Díaz-Ruíz y Aguirre-León (1993), registraron 161 especies, 81

géneros y 44 familias, de las cuales, las familias Serranidae, Lutjanidae, Haemulidae, Chaetodontidae y Scaridae, presentaron movimientos de las áreas coralinas hacia las zonas de pastos marinos, principalmente por alimentación. Estos datos se obtuvieron mediante diversas técnicas de captura y censos visuales.

García-Beltran (1992), llevó a cabo un estudio de los depredadores de la langosta espinosa, *Panulirus argus* en la Bahía de la Ascensión, Q. R. En el cual se realizó una captura ictiofaunística, por medio de redes agalleras, registrando 30 especies pertenecientes a 14 familias y 18 géneros.

Burgos-Legorreta (1992) realizó un estudio de los peces arrecifales de Puerto Morelos, Q. R., registrando 124 especies, 76 géneros y 47 familias. El muestreo se llevó a cabo por medio de diferentes artes de pesca, en su mayoría, por medio de chinchorro playero.

En 1994, Macías-Ordóñez realizó un estudio en el cual se evaluó la variación espacial de la comunidad de peces arrecifales en la Reserva de la Biosfera de Sian ka'an, en términos de diversidad y composición de especies. En este estudio se obtuvo que en las zonas de la laguna arrecifal y el arrecife frontal existe una mayor diversidad que en la zona de rompiente. Las diferencias se deben principalmente a la equitabilidad, ya que la riqueza de especies entre las zonas es similar, registrándose 86 especies de peces arrecifales pertenecientes a 46 géneros y 29 familias.

Otra investigación realizada entre 1994-1995 en los arrecifes de Puerto Morelos, Q. R., por Díaz-Ruíz *et al* (1995) revela 165 especies de 86 géneros y 49 familias de peces arrecifales.

Finalmente, Gutiérrez-Carbonell *et al* (1995) realizaron un estudio de la caracterización del área arrecifal que se extiende desde Punta Petempich a Tulum, Q. R. Uno de los objetivos de este trabajo fue describir y evaluar la estructura comunitaria de los principales grupos biológicos que conforman el arrecife, dentro de los cuales se encuentra el de peces. Este estudio se realizó por medio de censos visuales utilizando transectos de 20 m de longitud. En este estudio se registraron un total de 164 especies de peces arrecifales pertenecientes a 43 familias.

2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS.

El objetivo general de este trabajo es describir a la comunidad de peces arrecifales en las diferentes zonas del parque marino de Chankanaab.

Objetivos particulares

- ♦ Describir la comunidad de peces arrecifales en términos de composición taxonómica y riqueza específica.
- ♦ Describir la comunidad de peces arrecifales en términos de abundancia relativa en la zona de arenal, pastizal y rocosa.
- ♦ Comparar la composición de especies en cada zona y establecer la similitud entre ellas.

HIPÓTESIS

Dado que las características ambientales entre las zonas de arenal, pastizal y rocosa difieren cualitativamente, se esperan diferencias en riqueza específica, equitabilidad y similitud en los ensambles de peces arrecifales del Parque Marino Chankanaab.

3. ÁREA DE ESTUDIO

El Parque Marino de Chankanaab se encuentra localizado en las costas de Quintana Roo, en el margen occidental de la Isla de Cozumel, en el Caribe Mexicano (Fig. 1). En esta zona existe un clima de tipo cálido húmedo, con lluvias en verano. Existen periodos de vientos alisios dominantes de febrero a julio, después, seguidos de una época de transición entre julio y septiembre, que da lugar a la época de "nortes" que dominan los meses de octubre a enero. De septiembre a octubre se presentan vientos variables y periodos de calma. En la isla de Cozumel hay presencia de "surestes" de enero a julio (Merino y Otero 1991).

De acuerdo con la clasificación de Köpen, modificado por García (1973), el clima regional es cálido húmedo con lluvias en verano (Am (j)(i)) y la precipitación anual es de 1570 mm.

El parque marino se localiza en los 20°26.3 de latitud norte y los 86° 56' de longitud oeste (Fig. 1). En donde la corriente litoral fluye a lo largo de la costa con un promedio de 1.1 nudos. La temperatura fluctúa entre los 26 y 29.4° C, la salinidad se encuentra en un rango de 35.1 a 37‰ y el pH varía entre 8.1 a 8.3 (Ruiz-Rentería; datos no publicados).

Debido a que Cozumel es una plataforma kárstica con muy poco suelo, la lluvia se percola rápidamente hacia el manto freático y sale por ríos subterráneos. Hacia el extremo sur del parque de Chankanaab se encuentra un río subterráneo el cual desemboca al mar, sin embargo, el agua dulce es rápidamente dispersada por el flujo de la corriente. En este litoral, un ramal de la corriente de Yucatán fluye hacia el norte a lo largo del canal de Cozumel, induciendo movimientos de agua sobre la saliente de roca del sotavento (Rodríguez-Martínez *et al* en prensa).

La costa del parque esta formada por un arrecife fósil karstificado, probablemente del Pleistoceno; la orilla esta formada por una pendiente (20-30 cm), descendiendo a través de un declive de ángulo variable hasta una terraza

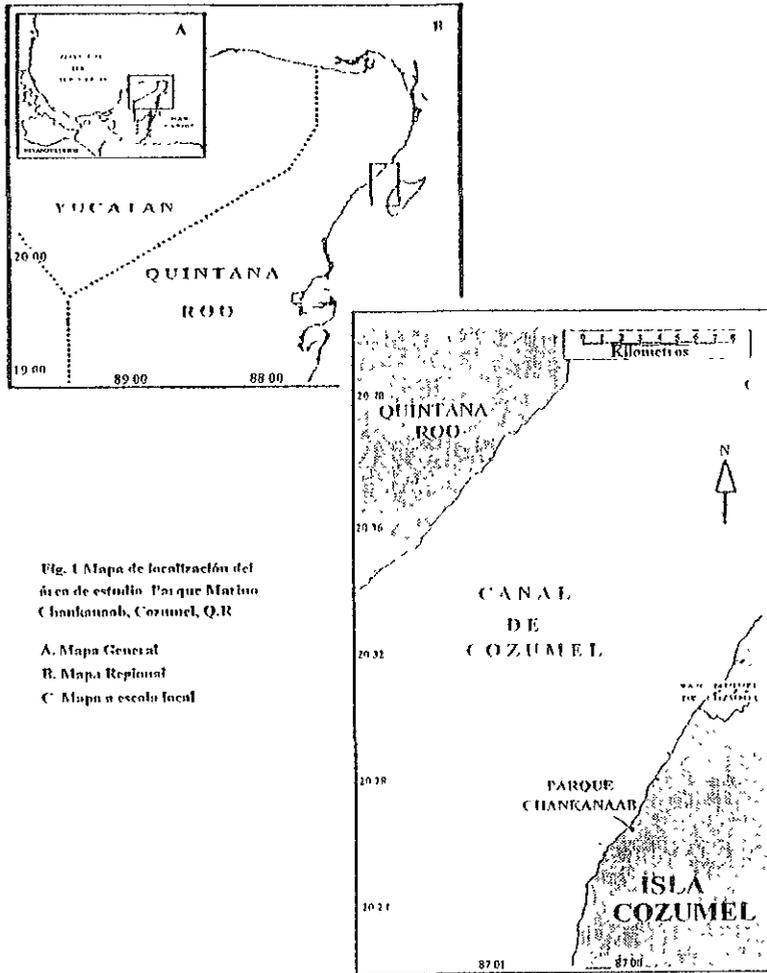


Fig. 1 Mapa de localización del área de estudio Parque Marino Chankanaab, Cozumel, Q.R

- A. Mapa General
- B. Mapa Regional
- C. Mapa a escala local

casí horizontal cubierta de arena (Rodríguez-Martínez *et al* en prensa). En esta zona de arenal se encuentran grandes parches de coral aislados, restos de barcos y estatuas, introducidos con fines turísticos. Al terminar el arenal, se localiza una extensa zona de pastos marinos, la cual está delimitada por las boyas que marcan el área el parque. En esta zona también se encuentran pequeñas áreas de arena y algunos restos de coral (Fig. 2).

El arrecife esta formado por corales duros, blandos, esponjas y macro algas, principalmente. Además presenta cuevas, túneles, numerosas fisuras y hendiduras por debajo del nivel del mar, en donde algunos peces e invertebrados encuentran refugio (Rodríguez-Martínez *et al* en prensa).

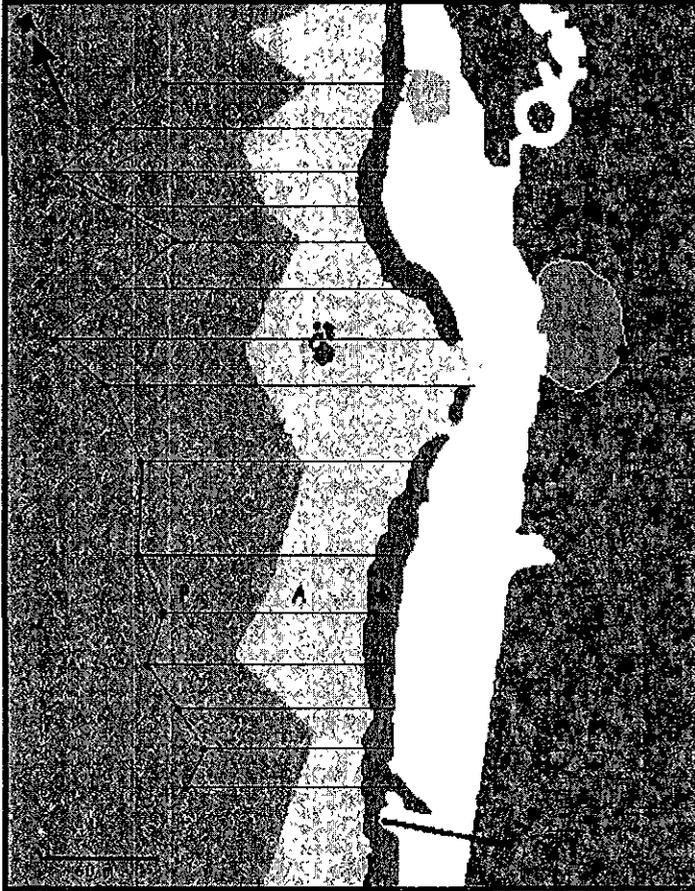


Fig 2. Vista aérea del Parque Marino Chankanaab, mostrando las zonas de muestreo. P: pastizal, A: arenal, R: rocosa y C: cabezos de coral.

4. MÉTODO

4.1. ACTIVIDADES DE CAMPO

ÁREA DEL SITIO DE MUESTREO

Para obtener el área total del ambiente marino del parque se elaboraron mediciones de la línea de costa y en cada una de las zonas se realizaron mediciones de longitud de los transectos, lo cual consistió en medir la distancia que existía desde el inicio hasta el final de cada uno. También se tomaron datos de la distancia que existía entre éstos, tanto al inicio como al final de cada transecto (Fig. 2).

TOMA DE DATOS

Se efectuaron censos visuales que permitieron analizar la composición ictiológica sin capturar organismos. Este tipo de técnica se considera el mejor método no invasivo para el estudio de comunidades de peces (Kimmel 1985). Sin embargo, presenta algunas desventajas, como el submuestreo de especies crípticas, nocturnas y también puede subestimar a las especies más abundantes (Brock 1982, Sale & Sharp 1983).

Como en cualquier técnica de censos visuales, es necesario, que los buzos estén familiarizados con la ictiofauna del lugar. Por lo tanto, antes de comenzar con los muestreos, los buzos fueron entrenados con diapositivas y fotografías de las diferentes especies de peces arrecifales reportadas para el Caribe, junto con prácticas en el arrecife de Puerto Morelos y en el Parque de Chankanaab. Esto contribuyó a obtener datos más precisos y confiables, además de optimizar el tiempo de buceo.

Para determinar a las especies de peces durante el muestreo, se emplearon claves de campo sumergibles (Greenberg & Greenberg 1977). Por último, estos datos se ratificaron con claves más especializadas (Böhlke & Chaplin 1970, Humann 1994). En caso de duda sobre la especie de un organismo, se tomaron fotografías para su posterior determinación, con un equipo Nikonos V con flash sb-105.

Se realizó un muestreo para establecer el tamaño de muestra para cada zona, ya que el número de especies registradas depende del número de transectos que se realicen (Krebs 1989).

PREMUESTREO. Este se llevó a cabo durante el mes de agosto de 1996, en el cual se utilizó un censo visual en las tres zonas del parque (rocosa, arenal y pastos). Este censo se realizó mediante transectos lineales perpendiculares a la costa. El método empleado para el muestreo es una modificación del censo visual propuesto por Sale & Sharp (1983), no se empleó ningún tipo de cadena ni de cuerda para delimitar los transectos. Por lo tanto, como la corriente del parque es relativamente baja, el censo se realizó nadando perpendicularmente a la línea de costa, tomando como eje central el centro del cuerpo. Los transectos se realizaron con una separación de 30 ciclos de patada, aproximadamente 20 m. Un buzo equipado con equipo de buceo autónomo (SCUBA), iba registrando en una tablilla de acrílico todas las especies vistas y el número de individuos a lo largo del transecto, con un ancho aproximado de un metro (50 cm de cada lado) y en toda la columna de agua, a una distancia aproximada de un metro del substrato. El transecto se recorría a una velocidad constante, para reducir errores en el conteo. El número y el largo de los transectos de las tres diferentes zonas fue diferente, ya que el área de cada una es distinta (Fig 2). Se realizaron un total de 150 transectos durante los tres días: 52 en la zona rocosa, 56 en la zona de arenal, y 42 en el pastizal.

MUESTREO. Esta toma de datos se llevó a cabo en el mes de diciembre de 1996, en el cual se realizaron un total de 135 transectos de un metro de ancho: 45 transectos para cada una de las zonas (15 transectos por zona, por día). Estos se realizaron perpendiculares a la costa, únicamente en las zonas de arenal y pastizal. Para esto, se utilizó piola de multifilamento de nylon, la cual se anudó a estacas, que se fijaron tanto al inicio como al final del transecto. El largo de estos dependió del área de cada una de las zonas (Fig. 2).

En el límite de la zona rocosa se encuentra la zona de arenal, por consiguiente el inicio de los transectos colocados en esta última sirvieron de guía para recorrer la zona rocosa. Al igual que en el muestreo, el censo lo realizó un solo buzo con equipo SCUBA, el cual iba registrando todas las especies y el número de individuos de cada una de ellas en una tablilla de acrílico, en la que se escribieron, previamente, las tres iniciales del género y la especie, esto con el fin de facilitar la toma de datos. El transecto se recorrió a una velocidad constante, registrando todas las especies vistas tanto en la

columna de agua como a cada lado del transecto, en una distancia no mayor a los 50 cm de cada lado.

CABEZOS DE CORAL. Se utilizaron dos métodos diferentes para la toma de datos en los cabezos de coral. Durante el premuestreo se realizaron censos visuales utilizando dos transectos similares a los utilizados en las tres diferentes zonas, que abarcaban el área de los cabezos de coral; registrando todas las especies vistas. Durante el muestreo se utilizaron también censos visuales diseñados para parches de coral, esta técnica fue propuesta por Sale & Douglas (1981). Se registraron todas las especies y número de individuos vistos en 10 minutos.

4.2. TRABAJO DE GABINETE

ÁREA DEL SITIO DE MUESTREO

Con los datos obtenidos en las diversas mediciones se realizó un esquema a escala en papel milimétrico. Para poder estimar el área total de cada zona, se realizaron recortes de distintas medidas de papel milimétrico, los cuales se pesaron en una báscula: 1 centímetro cuadrado equivalía a 10 m cuadrados, 2 cm cuadrados a 20 m cuadrados y así sucesivamente hasta 10 cm cuadrados. Posteriormente se recortó cada área graficada y se pesó. Obteniendo por medio de una regla de tres el área aproximada del parque.

PREMUESTREO

Con los datos obtenidos durante el premuestreo se realizó un análisis para la determinación del número mínimo de transectos. El tamaño de muestra es necesario para obtener una representación adecuada de las especies registradas en el área, con el fin de efectuar futuras comparaciones tanto espaciales como temporales. Este análisis consistió en graficar el número acumulativo de especies en función del número de transectos (Krebs 1989, Begon *et al* 1990). Las especies más comunes generalmente están representadas al inicio del muestreo y conforme se vayan realizando más muestreos se adicionarán al listado más especies raras. En el gráfico se llega a una asíntota, obteniendo así el número mínimo de transectos necesarios para conseguir una muestra que represente de un 80 un 90 % de las especies registradas.

MUESTREO

Con los datos adquiridos durante el muestreo se obtuvieron las abundancias relativas de cada especie para cada una de las zonas. Debido a que la longitud de los transectos fue diferente, los datos se estandarizaron en densidades, dividiendo el total de individuos entre el área de cada transecto. Posteriormente se realizó un análisis de varianza para evaluar el efecto en el número de individuos debido a los siguientes factores: zona y día o a la interacción entre estos. Este análisis se realizó en el paquete estadístico GLIM (Generalised Linear Interactive Modelling) tomado de Crawley (1993).

Descripción del ensamble por zonas.

Los datos obtenidos se ordenaron en una tabla con el número de individuos (n) por especie, la riqueza de especies (S) y el número total de los individuos (N) que se registraron en cada zona.

Relación de la comparación de especies y la zonación.

Para comparar la diversidad entre zonas, se graficaron las curvas de abundancia proporcional acumulada propuestas por Lamshead *et al* (1983), con la finalidad de establecer comparaciones, entre las diferentes zonas. Estas son representaciones del índice de Berger-Parker, la curva se va construyendo al irse acumulando en orden decreciente los valores de abundancia proporcional de las especies registradas. Cuando las curvas no presentan cruzamiento se pueden obtener resultados coherentes en las comparaciones. En el caso que las curvas se intersecten el uso de diferentes índices de diversidad conlleva a resultados contradictorios, esto se debe al distinto peso que le da el índice a la equitabilidad o riqueza específica. En caso de que las curvas no presenten entrecruzamiento, la curva que se encuentre en la parte inferior será la que revele mayor diversidad (Lamshead *et al* 1983).

Se utilizó el índice de equitabilidad de Shannon-Wiever para obtener la equitabilidad de cada día por cada zona, para posteriormente observar la relación que existe entre estas variables y la zonación. Esto se llevó a cabo por medio del análisis de varianza no paramétrico de Kruskal-Wallis. En el cual se tomó como variable dependiente a la equitabilidad y como variable independiente a la zona, en repeticiones de tres días.

Para obtener la similitud que existía entre las diferentes zonas, se realizó la comparación de la composición específica por medio del análisis de "cluster" (análisis de agrupamiento), utilizando el método de distancias euclidianas, que demuestra gráficamente los grados de semejanza entre las variables debido a las especies que comparten.

5. RESULTADOS

ÁREA DEL SITIO DE MUESTREO

El sitio de muestreo tiene un área aproximada de cuatro hectáreas. La zona rocosa presenta el área menor de todas las zonas muestreadas, con un área estimada de 8116 m², la zona de arenal 14638 m² y la zona de pastizal 16377 m².

PREMUESTREO.

El tamaño de muestra necesario para obtener una representación adecuada de las especies registradas en el parque marino fue de 15 transectos por zona, excepto para la zona de parches, ya que en ésta se utilizó otro tipo de censo visual. Como se puede observar en la figura 3, con este número de transectos se garantiza que por lo menos el 90% de las especies del parque serán registradas.

DESCRIPCIÓN DE ENSAMBLES

Se obtuvieron un total de 7856 registros individuales pertenecientes a 39 familias, 64 géneros y 129 especies. Para este registro se utilizaron los datos tanto del muestreo como del premuestreo de todas las zonas, incluyendo los cabezos de coral (Tabla 1).

Riqueza específica y abundancia relativa

Las abundancias relativas de cada especie en cada una de las zonas, así como la riqueza específica (S) y el número total de individuos (N) se presentan en la tabla 2. Para este análisis se tomaron en cuenta únicamente los resultados obtenidos durante el muestreo de las diferentes zonas: arenal, pastizal, rocosa y cabezos de coral. Sin embargo, los datos obtenidos de los cabezos de coral no se incluyen en ningún tipo de análisis posterior debido a que no se calculó el tamaño de muestra apropiado para esta zona y el incluirlos reflejaría resultados erróneos.

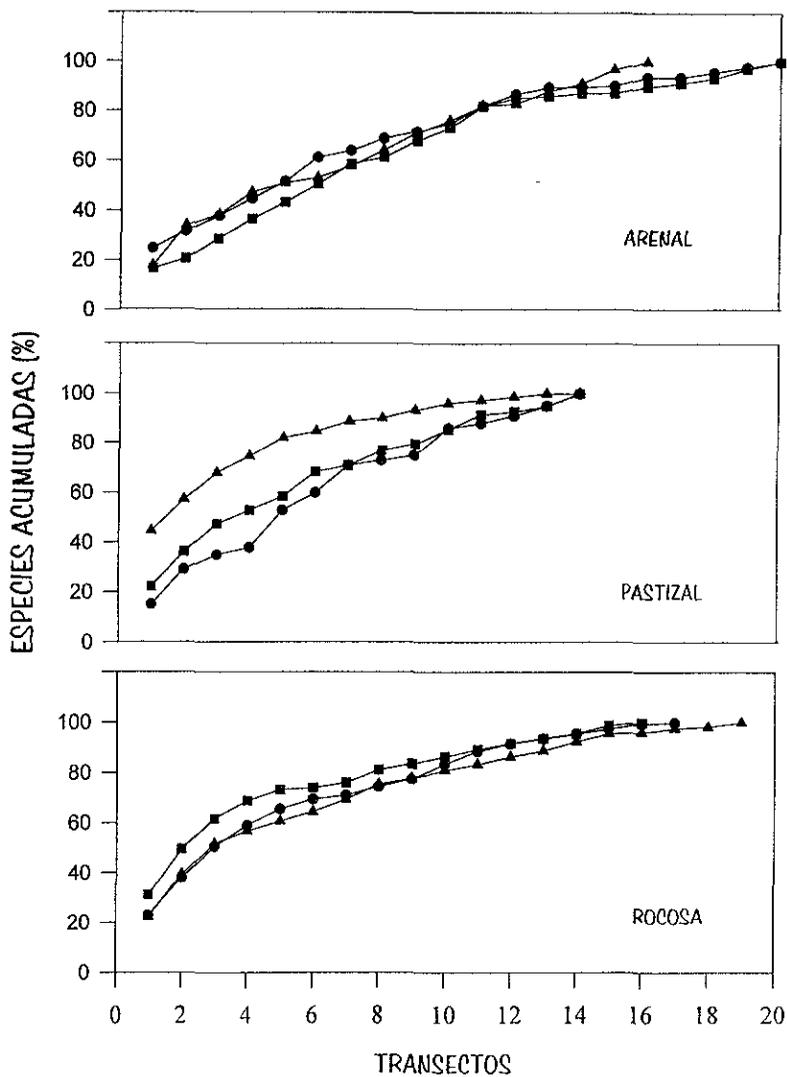


Fig.3. Gráfica del porcentaje de especies de peces acumuladas en función del número de transectos, por día en base al pre-muestreo. —●— Día 1, —■— Día 2, —▲— Día 3.

Tabla 1. Lista sistemática de las especies registradas durante el estudio.

CLASE CONDRICHTHYES

Superorden Batidoidimorpha

Orden Rajiformes

Suborden Myliobatidoidei

Familia Dasyatidae

Subfamilia Dasyatinae

Género *Dasyatis**Dasyatis americana*

Subfamilia Urolophinae

Género *Urolophus**Urolophus jamaicensis*

CLASE OSTEICHTHYES

Subdivision Telostei

Infradivision Elopomorpha

Orden Elopiformes

Suborden Elopoidei

Familia Megalopidae

Género *Megalops**Megalops atlanticus*

Orden Anguiliformes

Familia Muraenidae

Subfamilia Muraeninae

Género *Gymnothorax**Gymnothorax moringa**Gymnothorax miliaris**Gymnothorax funebris*

Familia Ophichthidae

Subfamilia Opichthinae

Género *Myrichthys**Myrichthys acuminatus**Myrichthys oculus*

Infradivisión Euteleostei

Superorden Scopelomorpha

Orden Aulopiformes

Suborden Alepisauridae

Familia Synodontidae

Subfamilia Synodontinae

Género *Synodus**Synodus saurus*

Superorden Paracanthopterygii

Orden Ophidiformes

Suborden Bythitoidei

Familia Bythitidae

Subfamilia Bythitinae

Género *Stygnobrotula**Stygnobrotula latebricola*

Orden Lophiiformes

Familia Ogcocephalidae

Género *Ogcocephalus**Ogcocephalus nasutus*

Superorden Acanthopterygii

Orden Cyprinodontiformes

Superfamilia Scomberesocidae

Familia Belontiidae

Género *Tylosurus**Tylosurus crocodilus*

Orden Beryciformes

Superfamilia Holocentroidea

Familia Holocentridae

Subfamilia Holocentrinae

Género *Holocentrus**Holocentrus ascensionis**Holocentrus rufus*

Tabla 1. (Continuación)

Orden Syngnathyformes	Familia Priacanthidae
Suborden Aulostomodei	Género <i>Priacanthus</i>
Superfamilia Aulostomoidea	<i>Priacanthus cruentatus</i>
Familia Aulostomidae	Familia Apogonidae
Género <i>Aulostomus</i>	Género <i>Apogon</i>
<i>Aulostomus maculatus</i>	<i>Apogon binotatus</i>
Orden Scorpaeniformes	<i>Apogon townsendi</i>
Familia Scorpaenidae	<i>Apogon quadrisquamatus</i>
Subfamilia Scorpaeninae	<i>Apogon aurolineatus</i>
Género <i>Scorpaena</i>	Familia Malacanthidae
<i>Scorpaena</i> sp	Género <i>Malacanthus</i>
<i>Scorpaena plumieri</i>	<i>Malacanthus plumieri</i>
Orden Perciformes	Familia Carangidae
Familia Serranidae	Género <i>Caranx</i>
Género <i>Liopropoma</i>	<i>Caranx ruber</i>
<i>Liopropoma rubre</i>	<i>Caranx latus</i>
Género <i>Cephalopholis</i>	<i>Trachinotus falcatus</i>
<i>Cephalopholis cruentatus</i>	Familia Lutjanidae
<i>Cephalopholis fulva</i>	Género <i>Lutjanus</i>
Género <i>Epinephelus</i>	<i>Lutjanus mahogoni</i>
<i>Epinephelus striatus</i>	<i>Lutjanus analis</i>
Género <i>Serranus</i>	<i>Lutjanus bucanella</i>
<i>Serranus baldwini</i>	<i>Lutjanus apodus</i>
<i>Serranus tigrinus</i>	<i>Lutjanus griseus</i>
<i>Serranus tortugarum</i>	<i>Lutjanus synagris</i>
<i>Serranus tabacarius</i>	<i>Lutjanus jocu</i>
<i>Serranus annularis</i>	Género <i>Ocyurus</i>
Género <i>Hypoplectrus</i>	<i>Ocyurus chrysurus</i>
<i>Hypoplectrus</i> sp.	Familia Gerreidae
Familia Grammistidae	Género <i>Gerres</i>
Género <i>Rypticus</i>	<i>Gerres cinereus</i>
<i>Rypticus saponaceus</i>	Familia Haemulidae
Familia Gramidae	Género <i>Haemulon</i>
Género <i>Gramma</i>	<i>Haemulon aurolineatum</i>
<i>Gramma melacara</i>	<i>Haemulon flavolineatum</i>
	<i>Haemulon melanurum</i>
	<i>Haemulon album</i>
	<i>Haemulon plumieri</i>
	<i>Haemulon carbonarium</i>

Tabla 1. (Continuación)

Haemulon sciurus
Haemulon parrai
Haemulon macrostomun

Familia Sciaenidae
 Género *Equetus*
Equetus sp
Equetus punctatus

Familia Mullidae
 Género *Mulloidichthys*
Mulloidichthys martinicus

Género *Pseudopeneus*
Pseudopeneus maculatus

Familia Kiphosidae
 Género *Kiphusus*
Kiphusus sectatrix

Familia Chaetodontidae
 Género *Chaetodon*
Chaetodon capistratus
Chaetodon ocellatus
Chaetodon striatus

Familia Pomacanthidae
 Género *Holocanthus*
Holocanthus ciliaris
Holocanthus tricolor

Género *Pomacanthus*
Pomacanthus arcuatus
Pomacanthus paru

Familia Pomacentridae
 Subfamilia Chrominae
 Género *Chromis*
Chromis cyanea
Chromis multilineata
Chromis insolatus

Subfamilia Pomacentrinae
 Género *Abudefduf*
Abudefduf saxatilis
Abudefduf taurus

Género *Microspathodon*
Microspathodon crysurus

Género *Stegastes*
Stegastes dorsopunicans
Stegastes leucostictus
Stegastes partitus
Stegastes planifrons
Stegastes variabilis
Stegastes dienceus

Familia Sphyraenidae
 Género *Sphyraena*
Sphyraena barracuda

Suborden Labroidei

Familia Labridae
 Género *Bodianus*
Bodianus rufus

Género *Halichoeres*
Halichoeres bivittatus
Halichoeres garnoti
Halichoeres maculipinna
Halichoeres radiatus

Género *Hemipteronotus*
Hemipteronotus splendens

Género *Thalassoma*
Thalassoma bifasciatum

Género *Clepticus*
Clepticus parrai

Familia Scaridae
 Subfamilia Scarinae
 Género *Scarus*
Scarus vetula
Scarus taeniopterus
Scarus croicensis
Scarus coeruleus
Scarus coelestinus

Subfamilia Sparisomatinae
 Género *Sparisoma*
Sparisoma aurofrenatum
Sparisoma chrysopterygum

Tabla 1. (Continuación)

Sparisoma radians
Sparisoma rubripinne
Sparisoma viride
Sparisoma atomarium

Familia Opistognathidae
 Género *Opistognathus*
Opistognathus aurifrons

Familia Chaenopsidae
 Género *Acanthemblemaria*
Acanthemblemaria spinosa

Familia Blenidae
 Género *Ophioblennius*
Ophioblennius atlanticus

Familia Gobiidae
 Género *Coryphopterus*
Coryphopterus dicrus
Coryphopterus sp
Coryphopterus hyalinus
Coryphopterus lipernes
 Género *Quisquilius*
Quisquilius hipoliti
 Género *Gnatholepis*
Gnatholepis thompsoni
 Género *Gobiosoma*
Gobiosoma illecebrosus

Familia Acanthuridae
 Género *Acanthurus*
Acanthurus coeruleus
Acanthurus chirurgus
Acanthurus bahianus

Orden Pleuronectiformes
Familia Bothidae
 Subfamilia Bothinae
 Género *Bothidae*
Bothus ocellatus
Bothus lunatus

Orden Tetraodontiformes
 Superfamilia Balistoidea
Familia Balistidae
 Subfamilia Balistinae
 Género *Canthidermis*
Canthidermis sufflamen

Subfamilia Monacanthinae
 Género *Alutera*
Alutera scripta
 Género *Cantherhines*
Cantherhines pullus
Cantherhines macrocerus
 Género *Monacanthus*
Monacanthus ciliatus
Monacanthus tuckeri
Monacanthus setifer

Superfamilia Ostracioidea
Familia Ostraciidae
 Subfamilia Ostraciinae
 Género *Acanthostracion*
Acanthostracion polygonius
 Género *Lactophrys*
Lactophrys triqueter
Lactophrys bicaudalis
Lactophrys trigonus

Superfamilia Tetraodontoidea
Familia Tetraodontidae
 Subfamilia Tetraodontinae
 Género *Sphoeroides*
Sphoeroides spengleri

Subfamilia Cathigastriinae
 Género *Canthigaster*
Canthigaster rostrata

Familia Diodontidae
 Género *Diodon*
Diodon holocanthus

TABLA 2. Abundancias específicas y relativas de cada zona. N= número de individuos, S= número de especies, A.R.= abundancia relativa.

ESPECIE	ARENAL	A. R.	PASTIZAL	A. R.	ROCOSA	A. R.	CABEZOS	A. R.
ABU SAX	50	10.75	0	0.00	313	14.71	182	5.14
ABU TAU	0	0.00	0	0.00	11	0.52	0	0.00
ACA BAH	28	6.02	0	0.00	116	5.45	16	0.45
ACA COE	7	1.51	6	1.31	91	4.28	18	0.51
ACA CHI	3	0.65	1	0.22	27	1.27	3	0.08
ALU SCR	0	0.00	0	0.00	1	0.05	0	0.00
APO AUR	0	0.00	4	0.88	0	0.00	0	0.00
APO BIN	0	0.00	1	0.22	0	0.00	1	0.03
APO TOW	0	0.00	0	0.00	7	0.33	0	0.00
AUL MAC	0	0.00	0	0.00	1	0.05	0	0.00
BOD RUF	0	0.00	0	0.00	2	0.09	17	0.48
BOT LUN	7	1.51	3	0.66	1	0.05	0	0.00
BOT OCE	2	0.43	0	0.00	0	0.00	0	0.00
CAN ROS	0	0.00	19	4.16	6	0.28	20	0.56
CANT PUL	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.03
CAR LAT	52	11.18	0	0.00	0	0.00	116	3.27
CAR RUB	45	9.68	62	13.57	4	0.19	4	0.11
CEP CRU	0	0.00	0	0.00	5	0.23	1	0.03
CEP FUL	1	0.22	0	0.00	7	0.33	4	0.11
CLE PAR	0	0.00	0	0.00	0	0.00	24	0.68
COR DIC	0	0.00	0	0.00	9	0.42	0	0.00
COR GLA	39	8.39	55	12.04	142	6.67	0	0.00
COR HYA	0	0.00	0	0.00	0	0.00	269	7.59
COR LIP	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.03
CHA CAP	2	0.43	0	0.00	20	0.94	10	0.28
CHA OCE	0	0.00	2	0.44	0	0.00	0	0.00
CHA STR	0	0.00	0	0.00	1	0.05	0	0.00
CHR CYA	3	0.65	0	0.00	116	5.45	51	1.44
CHR MUL	7	1.51	0	0.00	117	5.50	71	2.00
DAS AME	0	0.00	1	0.22	0	0.00	0	0.00
DIO HOL	0	0.00	1	0.22	0	0.00	0	0.00
EPI STR	0	0.00	0	0.00	1	0.05	1	0.03
EQU PUN	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.03
GER CIN	61	13.12	0	0.00	24	1.13	7	0.20
GNA THO	0	0.00	0	0.00	22	1.03	0	0.00
GOB ILL	0	0.00	0	0.00	0	0.00	2	0.06
GYM MOR	0	0.00	0	0.00	1	0.05	0	0.00
HAE ALB	30	6.45	0	0.00	9	0.42	10	0.28
HAE FLA	6	1.29	0	0.00	439	20.63	106	2.99
HAE MEL	0	0.00	0	0.00	3	0.14	0	0.00
HAE PAR	0	0.00	3	0.66	2	0.09	61	1.72
HAE PLU	0	0.00	0	0.00	1	0.05	0	0.00

TABLA 2. Continuación

ESPECIE	ARENAL	A. R.	PASTIZAL	A. R.	ROCOSA	A. R.	CABEZOS	A. R.
HAL BIV	3	0.65	5	1.09	10	0.47	2	0.06
HAL GAR	3	0.65	12	2.63	40	1.88	28	0.79
HAL MAC	0	0.00	33	7.22	5	0.23	0	0.00
HAL RAD	0	0.00	0	0.00	9	0.42	0	0.00
HEM SPL	2	0.43	29	6.35	0	0.00	0	0.00
HOL ADS	0	0.00	0	0.00	1	0.05	0	0.00
HOL CIL	0	0.00	0	0.00	5	0.23	11	0.31
HOL RUF	0	0.00	0	0.00	11	0.52	19	0.54
HOL TRI	0	0.00	0	0.00	6	0.28	0	0.00
KIP SEC	3	0.65	0	0.00	83	3.90	201	5.67
LAC POL	0	0.00	1	0.22	2	0.09	0	0.00
LAC TRI	1	0.22	1	0.22	2	0.09	1	0.03
LAC TRIQ	0	0.00	2	0.44	9	0.42	0	0.00
LIO RUB	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.03
LUT ANA	0	0.00	0	0.00	0	0.00	2	0.06
LUT APO	0	0.00	0	0.00	4	0.19	0	0.00
LUT GRI	0	0.00	0	0.00	2	0.09	1310	36.96
LUT JOC	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.03
LUT MAH	0	0.00	0	0.00	1	0.05	281	7.93
LUT SYN	0	0.00	0	0.00	0	0.00	8	0.23
MAL PLU	9	1.94	17	3.72	6	0.28	0	0.00
MIC CRY	0	0.00	0	0.00	32	1.50	9	0.25
MUL MAR	15	3.23	1	0.22	7	0.33	18	0.51
MYR OCU	0	0.00	2	0.44	0	0.00	0	0.00
OCY CHR	20	4.30	2	0.44	24	1.13	19	0.54
POM PAR	2	0.43	3	0.66	2	0.09	0	0.00
PRI CRU	0	0.00	0	0.00	3	0.14	2	0.06
PSE MAC	8	1.72	0	0.00	12	0.56	1	0.03
SCA COE	0	0.00	0	0.00	1	0.05	0	0.00
SCA TAE	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.03
SCA VET	1	0.22	0	0.00	2	0.09	4	0.11
SCORPAENA	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.03
SER BAL	0	0.00	19	4.16	0	0.00	0	0.00
SER TIG	0	0.00	3	0.66	10	0.47	4	0.11
SER TOR	0	0.00	24	5.25	0	0.00	0	0.00
SPA AUR	0	0.00	0	0.00	32	1.50	2	0.06
SPA CHR	27	5.81	10	2.19	5	0.23	1	0.03
SPA RAD	0	0.00	29	6.35	8	0.38	0	0.00
SPA RUB	2	0.43	10	2.19	10	0.47	4	0.11
SPA VIR	0	0.00	0	0.00	43	2.02	10	0.28
SPH BAR	2	0.43	0	0.00	1	0.05	0	0.00
SPH SPE	0	0.00	8	1.75	0	0.00	0	0.00
STE DIE	0	0.00	0	0.00	36	1.69	22	0.62

TABLA 2. Continuación

ESPECIE	ARENAL	A. R.	PASTIZAL	A. R.	ROCOSA	A. R.	CABEZOS	A. R.
STE DOR	2	0.43	0	0.00	34	1.60	22	0.62
STE PAR	16	3.44	58	12.69	105	4.93	31	0.87
STE PLA	0	0.00	0	0.00	0	0.00	16	0.45
STE VAR	0	0.00	0	0.00	10	0.47	0	0.00
SYN SAU	0	0.00	2	0.44	0	0.00	0	0.00
THA BIF	3	0.65	23	5.03	40	1.88	301	8.49
URO JAM	3	0.65	5	1.09	2	0.09	0	0.00
N	465		457		2128		3544	
S	34		35		67		56	

El valor más alto registrado para la riqueza específica fue de 67, para la zona rocosa, y el más bajo de 34, que se registró para la zona de arenal. La zona de pastizal presentó una riqueza específica de 35 (Fig. 4).

Las 10 especies más abundantes de las tres zonas del parque marino representan más del 60% de los individuos observados (Fig.5). La especie dominante fue *Haemulon flavolineatum*, la cual se registró en dos de las tres zonas del parque. Las demás especies solo se encontraron en la zona de arenal y rocosa.

El tercer lugar lo ocupa *Coryphopterus glaucofraenum* la cual se encuentra bien representada en las tres zonas del parque. Es una especie diurna, es detritívora y también se alimenta de algas filamentosas (Randall 1967).

Acanthurus bahianus y *A. coeruleus* son herbívoros que generalmente se encuentran en grandes cardúmenes. Estas especies ocupan el quinto y noveno lugar en abundancia respectivamente.

Caranx ruber se encontró bien representada en las tres zonas del parque, siendo el octavo lugar en abundancia, esta especie presenta hábitos carnívoros.

Kyphosus sectatrix es una especie de hábitos diurnos y herbívoro, ocupa el décimo lugar en abundancia, sin embargo la mayor abundancia entre las zonas se encontró en la zona rocosa.

En la figura 6 se pueden observar las diez especies más abundantes para cada zona. En la zona de arenal las diez especies más abundantes ocupan el 82.4%. Estas son: *Gerres cinereus*, *Caranx latus*, *Abudefduf saxatilis*, *Caranx ruber*, *Coryphopterus glaucofraenum*, *Haemulon album*, *Acanthurus bahianus*, *Sparisoma chrysopterum*, *Ocyurus chrysurus*, *Stegastes partitus* y *Mulloidichthys martinicus*.

En la zona de pastizal las diez especies más abundantes forman el 76.80% de las especies registradas. Estas son: *Caranx ruber*, *Stegastes partitus*, *Coryphopterus glaucofraenum*, *Halichoeres maculipina*, *Hemipteronotus splendens*, *Sparisoma radians*, *Serranus tortugarum*, *Thalassoma bifasciatum*, *Canthigaster rostrata* y *Serranus baldwini*.

En la zona rocosa las diez especies más abundantes son: *Haemulon flavolineatum*, *Abudefduf saxatilis*, *Coryphopterus glaucofraenum*, *Chromis multilineata*, *Acanthurus bahianus*, *Chromis cyanea*, *Stegastes partitus*, *Acanthurus coeruleus*, *Kyphosus sectatrix* y *Sparisoma viride*. Conforman el 73.54% de las especies registradas.

Las 10 especies más abundantes de las tres zonas del parque marino representan más del 60% de los individuos observados (Fig.5). La especie dominante fue *Haemulon flavolineatum*, la cual se registró en dos de las tres zonas del parque. Las demás especies solo se encontraron en la zona de arenal y rocosa.

El tercer lugar lo ocupa *Coryphopterus glaucofraenum* la cual se encuentra bien representada en las tres zonas del parque. Es una especie diurna, es detritívora y también se alimenta de algas filamentosas (Randall 1967).

Acanthurus bahianus y *A. coeruleus* son herbívoros que generalmente se encuentran en grandes cardúmenes. Estas especies ocupan el quinto y noveno lugar en abundancia respectivamente.

Caranx ruber se encontró bien representada en las tres zonas del parque, siendo el octavo lugar en abundancia, esta especie presenta hábitos carnívoros.

Kyphosus sectatrix es una especie de hábitos diurnos y herbívoro, ocupa el décimo lugar en abundancia, sin embargo la mayor abundancia entre las zonas se encontró en la zona rocosa.

En la figura 6 se pueden observar las diez especies más abundantes para cada zona. En la zona de arenal las diez especies más abundantes ocupan el 82.4%. Estas son: *Gerres cinereus*, *Caranx latus*, *Abudefduf saxatilis*, *Caranx ruber*, *Coryphopterus glaucofraenum*, *Haemulon album*, *Acanthurus bahianus*, *Sparisoma chrysopterygum*, *Ocyurus chrysurus*, *Stegastes partitus* y *Mulloidichthys martinicus*.

En la zona de pastizal las diez especies más abundantes forman el 76.80% de las especies registradas. Estas son: *Caranx ruber*, *Stegastes partitus*, *Coryphopterus glaucofraenum*, *Halichoeres maculipinna*, *Hemipteronotus splendens*, *Sparisoma radians*, *Serranus tortugarum*, *Thalassoma bifasciatum*, *Canthigaster rostrata* y *Serranus baldwini*.

En la zona rocosa las diez especies más abundantes son: *Haemulon flavolineatum*, *Abudefduf saxatilis*, *Coryphopterus glaucofraenum*, *Chromis multilineata*, *Acanthurus bahianus*, *Chromis cyanea*, *Stegastes partitus*, *Acanthurus coeruleus*, *Kyphosus sectatrix* y *Sparisoma viride*. Conforman el 73.54% de las especies registradas.

La mayoría de las especies abundantes se encontraron en la zona rocosa, otras se encontraron tanto en ésta como en la zona de arenal, en cambio muy pocas se encontraron en las tres zonas. (Fig. 6)

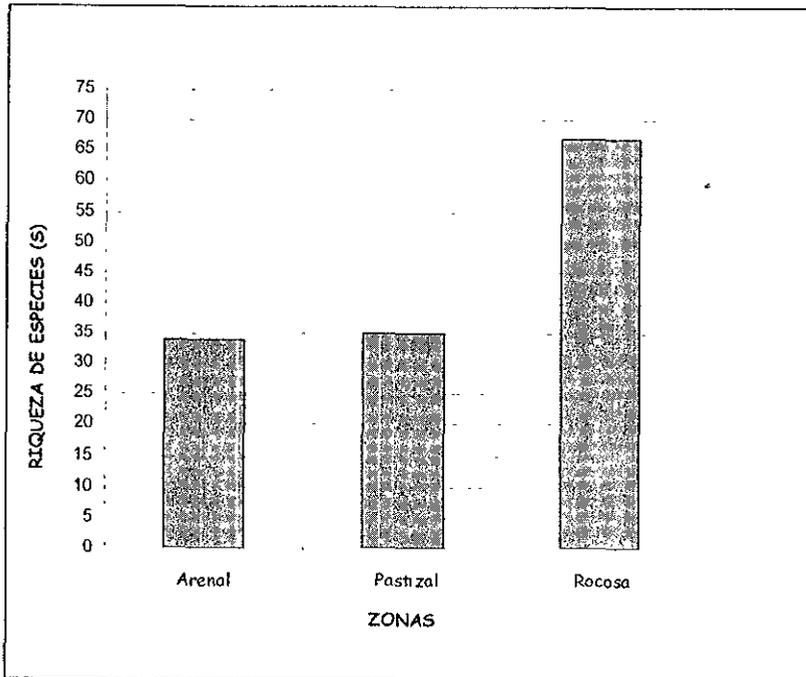


Fig 4. Riqueza de especies(S) para cada una de las zonas del Parque Marino Chankanaab.

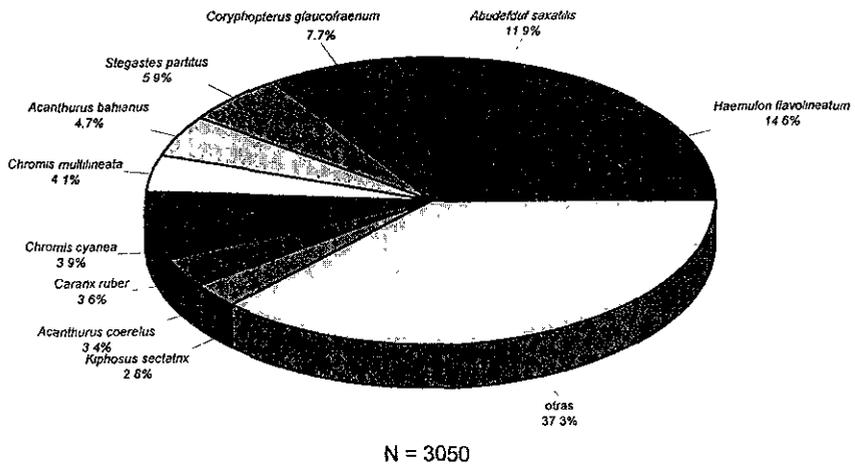


Fig. 5. Abundancias relativas de las especies de peces registradas para las tres zonas del parque.
N = numero de individuos.

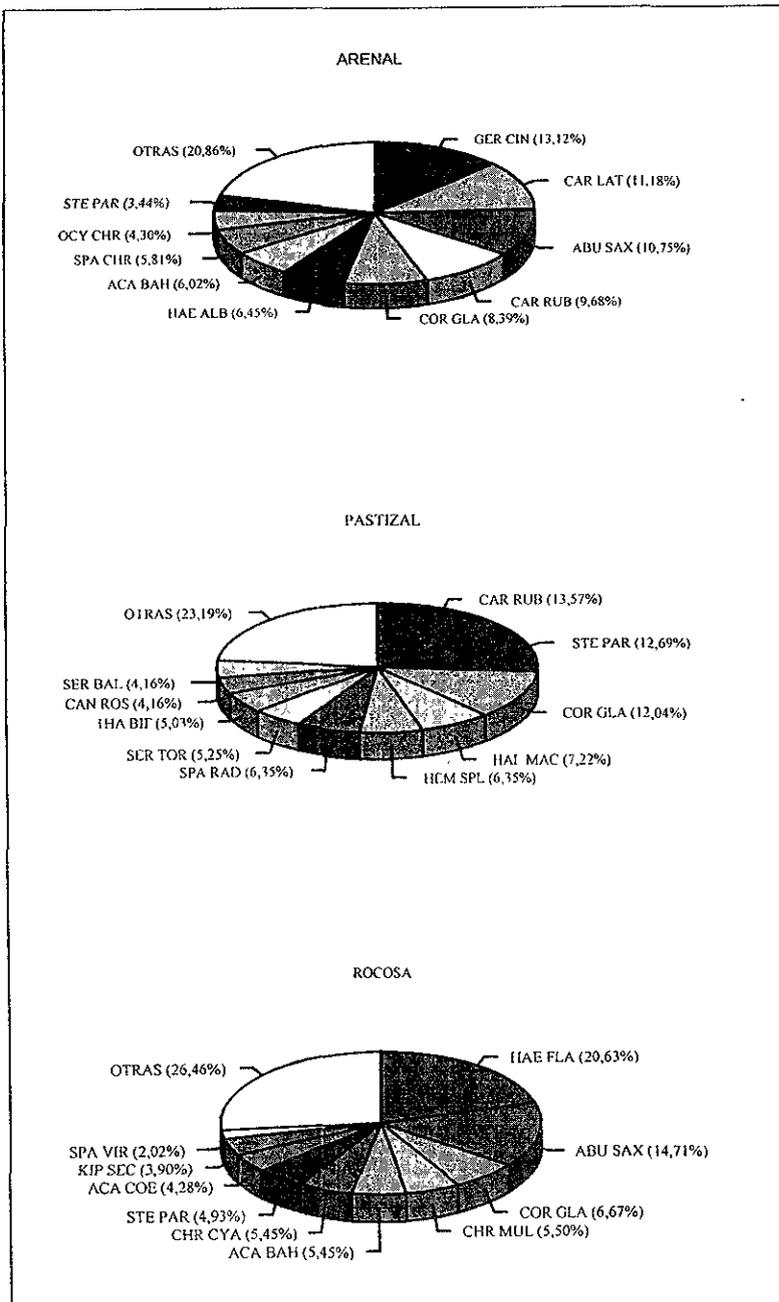


Fig. 6. Abundancias relativas de las especies de peces registradas para cada zonas de muestreo.

La mayoría de las especies abundantes se encontraron en la zona rocosa, otras se encontraron tanto en ésta como en la zona de arenal, en cambio muy pocas se encontraron en las tres zonas. (Fig. 6)

En el análisis de varianza se obtuvo que las zonas ejercen un efecto significativo sobre el número de individuos dentro del parque ($p < 0.00001$) (Tabla 3).

Tabla 3. Resultados del análisis de varianza.

FACTOR	SUMA DE CUADRADOS	G.L.	CUADRADOS MEDIOS	F	P
ZONA	80.35	2	40.175	103.21	<0.00001
DÍA	0.4728	2	0.2364	0.6073	0.55
ZONA/DÍA	0.4631	4	0.1157	0.2972	0.88
ERROR	49.0424	126	0.3892		
TOTAL	130.33	134			

RELACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE ESPECIES Y LA ZONACIÓN

Abundancia proporcional acumulada.

La relación entre el rango de abundancia específica y la abundancia acumulada de cada especie para cada una de las zonas se presenta en la figura 7. Las curvas de las tres zonas presentaron entrecruzamiento, por lo que no pueden ser comparables en términos de diversidad, ya que los resultados obtenidos por los diferentes índices de diversidad pueden ser contradictorios según den importancia a la riqueza específica o a la equitabilidad (Lambshhead *et al.* 1983). La ordenada al origen representa a la especie dominante en cada zona. Las curvas de la zona de pastizal y de arenal presentan un valor de equitabilidad mayor que el de la zona rocosa.

Se encontró un efecto al borde de la significancia entre zonas basándose en el índice de equitabilidad de Shannon-Wiever ($H=5.422$ $p=0.0665$) (Fig. 8) (Tabla 4).

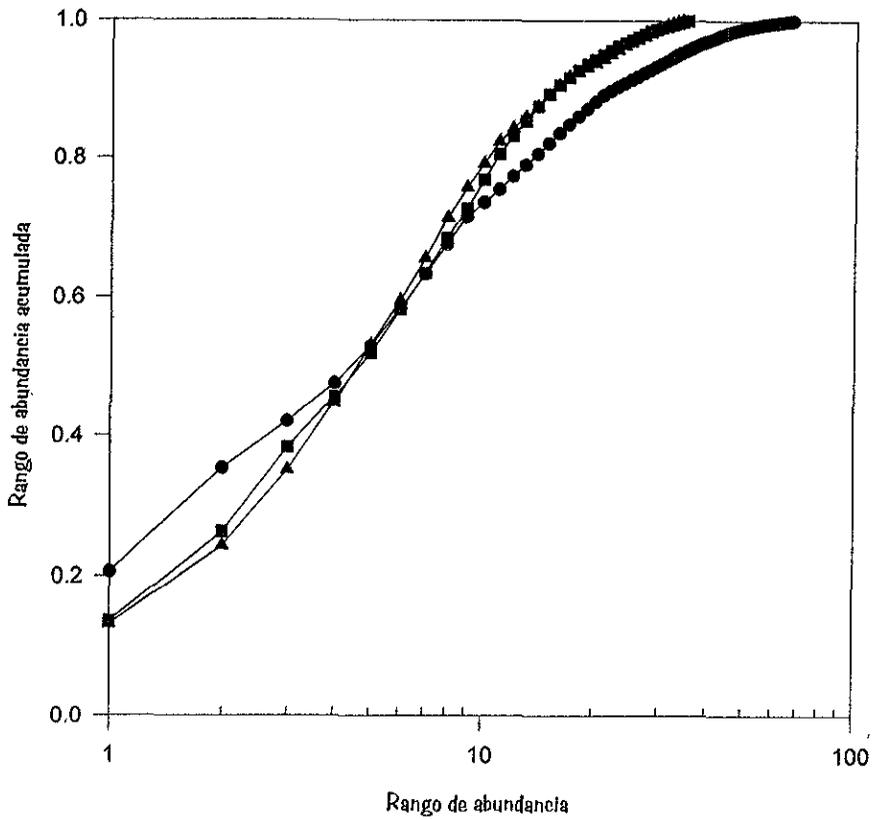


Fig. 7. Relación entre el rango de abundancia y la abundancia acumulada de las especies de peces en las tres zonas del parque.

—▲— ARENAL —■— PASTIZAL —●— ROCOSA

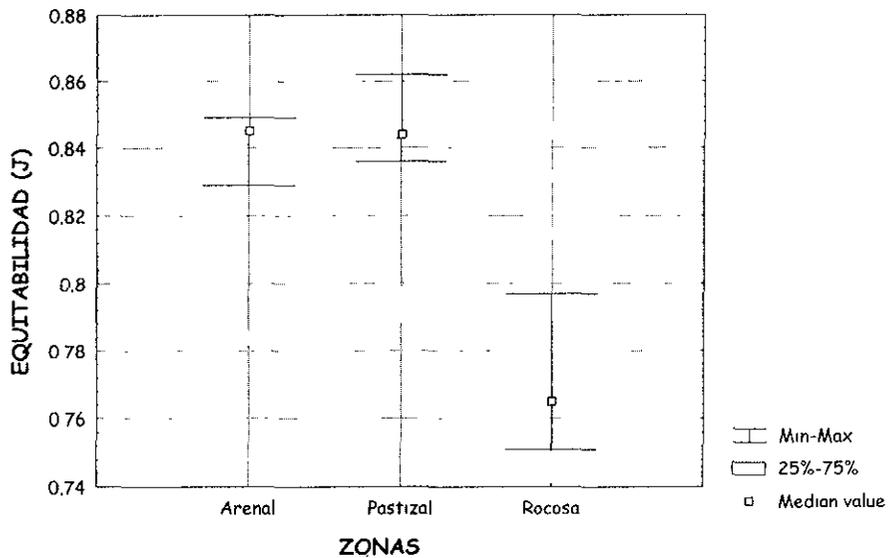


Fig. 8. Prueba de Kruskal-Wallis, comparando la equitabilidad de los ensambles de peces del Parque Marino para cada zona. $H= 5.422$, $p= 0.066$

Tabla 4. Valores obtenidos mediante el índice de equitabilidad de Shannon-Wiener, para los ensambles de peces en las diferentes zonas consideradas para este estudio, por cada día de muestreo.

Zona/Día	1	2	3
Arenal	0.845	0.829	0.849
Pastizal	0.836	0.862	0.844
Rocosa	0.765	0.797	0.751

SIMILITUD

El análisis de similitud nos permite apreciar el grado de semejanza entre las diferentes zonas comparadas. En el dendograma de la figura 9, se puede observar dos bloques, las zonas que presentaron mayor semejanza entre si fueron la zona de pastizal y arenal, las cuales difieren del segundo bloque que esta formado únicamente por la zona rocosa.

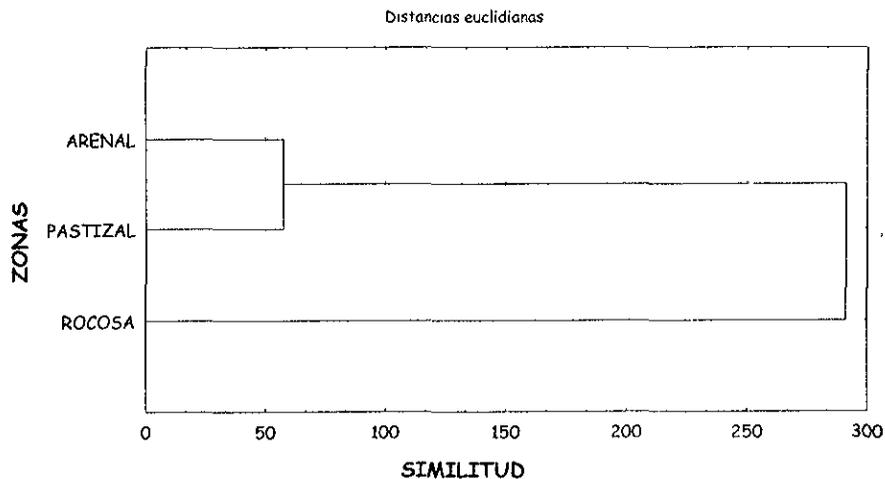


Fig. 10. Dendograma del análisis de similitud de las tres zonas del parque.

6. DISCUSIÓN

El análisis de la estructura comunitaria de los peces en el Parque Marino Chankanaab, o en cualquier otro sitio, es muy sencilla ya que solo se toma en cuenta el número y la abundancia de cada especie en las comunidades. Pero como se mencionó al inicio de este trabajo, es importante interpretar la manera en que las especies se distribuyen en la naturaleza como también el ambiente que las rodea (Begon *et al* 1990).

Para obtener una buena representación de la estructura de la comunidad se requiere de experiencia previa para la determinación de las especies de peces, realizar conteos más precisos y perturbar lo menos posible el área de estudio. Aún considerando estos factores existen problemas en los conteos de las especies formadoras de cardúmenes, sobretodo en agrupamientos multiespecíficos y en las especies con gran movilidad. Hay que tomar en cuenta que en una comunidad es muy difícil obtener el número total de individuos y de especies. Un método con el cual se pudieran censar a todos los individuos en una comunidad resultaría caro, con un esfuerzo muy alto y probablemente se dañaría o destruiría a toda la comunidad (Magurran 1988).

Por otra parte según Chapman *et al* (1974), las especies de peces pueden reaccionar a la presencia de los buzos, abandonando el área de muestreo. Esta afirmación es discutible en este caso ya que en el Parque Marino Chankanaab se realizan una gran cantidad de actividades subacuáticas y se observó que la mayoría de las especies de peces no presentan este tipo de reacción. Esto concuerda con lo sugerido por Gaudian *et al* (1995), que los peces se intimidan menos cuando detectan de manera regular a los buzos en el área de estudio. Pero esto no impide suponer que las especies de peces arrecifales si responden a este tipo de perturbación.

En este estudio se registraron 129 especies de peces. En comparación con el trabajo realizado en la reserva de Sian Ka'an por Macías-Ordóñez (1991) que registró 86 especies, el valor de riqueza de especies es alto ya que el área de muestreo del Parque Marino es menor. Las diferencias pueden deberse a que en el trabajo realizado por Macías-Ordóñez por un lado no se realizó un estudio preliminar para establecer el tamaño de muestra necesario para la

zona de estudio y por otro no se realizaron réplicas en la zona de muestreo. Esto puede provocar que algunas especies hayan sido subestimadas en el muestreo, induciendo probablemente a que la estimación de la comunidad no este bien representada.

Por otro lado, los resultados obtenidos durante este trabajo no son del todo comparables en cuanto a abundancias relativas con aquellos en los que se utilizan técnicas destructivas (Burgos-Legorreta 1992) o la combinación de estas técnicas con censos visuales (Díaz-Ruiz y Aguirre-León 1993, Díaz-Ruiz *et al* 1995), son comparables en cuanto a la composición taxonómica, ya que más de la mitad de las especies de este estudio se encuentran en los resultados obtenidos por estos trabajos.

Pero aún considerando estas diferencias, las condiciones bióticas y abióticas de cada zona de muestreo en los trabajos previos (Burgos-Legorreta 1992, Díaz-Ruiz y Aguirre-León 1993, Macías-Ordóñez 1994, Díaz-Ruiz *et al* 1995, Gutiérrez-Carbonell *et al* 1995), probablemente son distintas. Por ejemplo las corrientes del canal de Yucatán pudieran ser distintas entre el continente y la isla de Cozumel, ya que en la parte continental la corriente es más fuerte que en la que se encuentra en la isla de Cozumel (Rosado, com. Personal). Esto puede provocar una variación en la disponibilidad de alimento o acarreamiento de sustrato. Por otro lado el Parque Marino de Chankanaab, se localiza en el sotavento, lo cual quiere decir que esta resguardado de la acción del oleaje generado por temporales, protegiendo así la estructura arrecifal y favoreciendo una baja tasa de destrucción (Jordan 1988). La disponibilidad de recursos, quizás es otra probable causa de estas diferencias como la cantidad de refugios y cobertura de coral vivo. La profundidad es otro elemento importante, ya que en los trabajos anteriores se realizaron muestreos a profundidades mayores de 10m, obteniendo especies especialistas de estas zonas.

Las especies de peces más abundantes del parque *Abudefduf saxatilis*, *Coryphopterus glaucofraenum*, *Stegastes partitus*, *Acanthurus bahianus*, *Chromis multilineata*, *Ch. cyanea*, *Caranx ruber*, *A. coeruleus* y *Kiphusus sectatrix*, en su mayoría son herbívoros y planctívoros, con excepción de *Haemulon flavolineatum*, que es una especie omnívora de hábitos nocturnos y formadora de grandes cardúmenes durante el día. La razón principal de que este grupo de organismos sea el más abundante, se debe a que estas especies son formadoras de grandes cardúmenes, por lo tanto en el censo se registró un gran número de individuos pertenecientes a estas especies, induciendo una alta

abundancia. Sin embargo, esto no quiere decir que sean las especies dominantes, ya que hay que tomar en cuenta que con los censos visuales se subestiman las especies crípticas o aquellas especies que habitan en oquedades o dentro de corales, causando sesgos en el cálculo real de la abundancia. De esta forma se podría pensar que este tipo de especies son escasas en el área de estudio, tal es el caso de las familias *Bleniidae* y *Gobiidae*.

Para obtener un registro completo de la abundancia y composición específica del Parque Marino, se tendrían que incluir muestreos a diferentes horas del día y realizar un tipo de censo más minucioso, en el cual se puedan registrar con mayor eficacia este tipo de especies. También se podría utilizar otro tipo de censo visual en el cual no se hiciera uso de transectos, serían recomendables aquellos en los cuales no hubiera tanta distancia entre el substrato y el buzo, tales como cuadrantes o simplemente realizar conteos directos de las especies en un determinado lapso de tiempo, como los métodos propuestos por Jones & Thompson (1978), Sale & Douglas (1981) y Kimmel (1985).

Los ensambles de cada zona reflejan la combinación de diferentes factores bióticos y abióticos que de manera distinta actúan en cada una de ellas, probablemente estructurando de manera particular a las comunidades de peces que las habitan (Fig. 8 y Fig. 9). Dentro de estos factores la complejidad topográfica juega un papel muy importante en la determinación de la estructura de la comunidad, entre más compleja sea la topografía más especies se encuentran en ella, ya que un sitio topográficamente más complejo, provee un gran número de sitios habitables (Hiatt & Strasburg 1960, Alevison & Brooks 1975, Gladfelter & Gladfelter 1978). Según Sale (1977), la heterogeneidad ambiental genera una especialización en cuanto al tipo de hábitat, ya que cada zona posee condiciones físicas y biológicas particulares. Por lo que algunas especies están mejor representadas en algunas zonas, sin llegar a ser dominantes.

La zona rocosa, aunque es el área más pequeña del parque (Fig. 2); presenta el mayor número de especies, debido probablemente a que presenta macizos coralinos, que brindan una gran disponibilidad de substrato duro, ofreciendo una gran heterogeneidad espacial, en forma de fisuras, grietas y depresiones, proporcionando una gran cantidad de refugios, además de representar una gran fuente de alimento para algunas especies de peces arrecifales, como aquellos pertenecientes a las familias *Acanthuridae*, *Pomacentridae*, *Chaetodontidae*. Por sus hábitos alimenticios estas familias

presentan un aparato bucal modificado, dientes en forma de cerdas para poder elegir a los organismos pequeños, como pólipos de coral, algas y tunicados. Una de las especies que se encuentra bien representada en esta zona, sin ser dominante, es *Sparissoma viride*, esta al igual que algunas especies pertenecientes a la misma familia (Scaridae), también presentan un aparato bucal modificado, los dientes están fusionados en forma de cincel por lo tanto pueden raspar el coral duro para extraer las algas filamentosas (Randall 1967, Gerking 1994). Otras especies, ocupan esta zona únicamente como área de refugio o de descanso, ya que sus hábitos alimenticios los llevan a cabo en otras partes como los representantes de las familias Holocentridae y Apogonidae (Luckhurst & Luckhurst 1978). Muchas de las especies registradas en esta zona, dependen de ésta para reproducción como las especies de las familias Chaetodontidae, Pomacentridae y Scaridae (Anderson *et al* 1981 y Díaz-Ruiz & Aguirre-León, 1991).

En los pastizales se registraron especies que aparentemente solo ocupan esta zona como área de alimentación. Las especies especialistas de esta zona, *Halichoeres maculipina*, *Haemulon splendens*, *Sparisoma radians*, concuerdan con las reportadas en los trabajos de Weinstein & Heck (1979), Roblee & Ziemann (1984), Thayer *et al* (1984), Heck & Weinstein (1989). Estas especies se alimentan, básicamente de pastos marinos y de algas epífitas (Thayer *et al* 1984). *Serranus tortugarum* y *Serranus baldwini*, se alimentan de organismos bentónicos, pero presentan una estrategia alimenticia particular, esperan en un sitio a que la presa se acerque lo suficiente para succionarla con su mandíbula protusible (Gerking 1994), probablemente la zona de pastos le proporciona un buen refugio para llevar a cabo sus hábitos alimenticios, por lo cual es una de las especies más abundantes en esta zona. *Caranx ruber* es otra especie abundante en esta zona, es un cazador, al igual que los representantes de la familia Carangidae. Generalmente se encuentran a la mitad de la columna de agua, acechando a su presa, por lo tanto poseen un cuerpo delgado y muy musculoso, con la aleta caudal bifurcada, lo cual le da una gran velocidad para perseguir a su presa. Posiblemente debido a sus hábitos alimenticios y la características morfológicas tanto a *C. ruber* como a *C. latus* les es posible explotar diversos hábitats por lo que esta presente tanto en el pastizal como en el arenal.

La cercanía de arrecifes de coral incrementa la riqueza de especies en los pastos marinos (Weinstein & Heck 1979), promoviendo una mayor diversidad. Esto se debe a los diferentes patrones de utilización, por las

especies de las zonas cercanas, como área de alimentación, crianza y/o protección.

La zona de arenal proporciona una menor heterogeneidad ambiental, proporciona menos refugios que cualesquiera de las otras zonas, por lo que tal vez se registró la riqueza de especies más baja. Debido a las características que presenta esta zona, dentro de las especies más abundantes se encuentran *Gerres cinereus* y *Mulloidichthys martinicus* que se caracterizan por ser consumidores de organismos que habitan dentro de los arenales. También, se registraron especies asociadas a substratos rocosos, como Pomacentridos y Haemulidos. Esto se puede deber en parte a la cercanía de estos muestreos y a que en esta zona se encuentran los "adornos" del parque y los cabezos de coral (Fig2).

Sin embargo es importante señalar que en la zona de cabezos de coral se registraron un gran número de especies, similares a las obtenidas en la zona rocosa y un número mayor de individuos. Pudiera ser que las características ambientales entre estas dos zonas es similar, pero se tendrían que realizar estudios más detallados en estas dos zonas para poder realizar una comparación más sensata.

Los patrones de distribución dependen de la necesidad de recursos de cada especie (Sale 1980), por lo que se puede considerar que existe una relación entre la composición comunitaria de peces y las zonas, debido probablemente a las diferencias de espacios habitables y fuente de alimento, propiciando a una especialización de cada especie al ambiente (Díaz-Ruiz & Aguirre-León 1993, Díaz-Ruiz *et al* 1993 Luckhurst & Luckhurst 1987, Gladfelter *et al* 1980 y Sale & Douglas 1984).

Siendo así, el que una especie sea abundante en una zona tal vez indique que su respuesta o tolerancia a ese ambiente en particular sea favorable comparándolo con las demás zonas, otorgándole no solo estar presente sino ser dominante.

El hecho de que las curvas de abundancia se hayan cruzado, indican que las zonas no son comparables en términos de diversidad, por lo tanto las diferencias que presentan se deben a la equitabilidad y riqueza de especies que presenta cada zona. La zona rocosa presenta dominancia de un grupo reducido de especies y una baja abundancia de la mayoría de estas, provocando una baja equitabilidad, quizá se deba a que esta zona provee de un mayor número de refugios que las demás zonas, albergando un mayor número de especies. Por

otro lado las curvas de la zona de pastizal y de arenal son muy similares, el valor de equitabilidad es muy semejante, en el análisis de equitabilidad de Shannon existe un efecto significativo ($p=0.066$) entre las zonas, que se debe principalmente a las diferencias en equitabilidad de la zona rocosa. Por otra parte la riqueza específica entre las zonas pastizal y arenal, es similar. Esto se puede observar en el resultado del análisis de similitud, estas zonas comparten un mayor número de especies que con la zona rocosa. La causa por la cual la zona de arenal y pastizal presenten una riqueza de especies similar, como se observa en la figura 10, se debe probablemente, además de la cercanía en la que se encuentran, a que presentan una menor heterogeneidad ambiental comparadas con la zona rocosa, y a que las especies compartidas, en su mayoría, son consumidoras de organismos bentónicos, como las pertenecientes a las familias Labridae, Mullidae y subfamilia Urolophinae, que a lo mejor llevan a cabo sus hábitos alimenticios en ambas zonas. Además, existe un intercambio entre las faunas de la zona de arenal y pastizal debido a que no existe un cambio ambiental tan drástico como el existente entre la zona rocosa y el arenal, por lo que hay una mayor abundancia.

Basándose en lo discutido anteriormente, se puede suponer que el medio, producido por el efecto conjunto de las variables bióticas y abióticas, afecta la estructura de la comunidad de los peces arrecifales del Parque Marino Chankanaab.



7. CONCLUSIONES

La comunidad de peces del Parque Marino Chankanaab en Cozumel, Quintana Roo, esta compuesto por 129 especies pertenecientes a 64 géneros y 39 familias.

Existe una diferencia entre las zonas de arenal, pastizal y rocosa, en cuanto a la composición de especies y ensambles de peces. La zona rocosa, con mayor número de especies e individuos, se caracteriza por la presencia de especies planctívoras, omnívoras, territoriales y formadoras de grandes cardúmenes.

Las zonas de pastizal y arenal, debido a su cercanía entre sí y a los hábitos alimenticios de las especies, presentan una gran similitud en cuanto a la riqueza y composición de especies. Estas zonas, están integradas principalmente por especies consumidoras de invertebrados benthicos y herbívoros.

La principal causa de las diferencias encontradas, se debe probablemente a que las comunidades de peces arrecifales están altamente relacionadas con las características de cada zona propiciando el establecimiento de especies con distintos requerimientos en cada una.

Las zonas del parque marino no pueden ser comparadas en términos de diversidad ya que mientras en la zona rocosa unas cuantas especies presentan la mayor abundancia, en las zonas de pastizal y arenal la distribución de los individuos dentro de las especies es mas uniforme con un menor número de especies.

RECOMENDACIONES

Realizar muestreos periódicos, diurnos y nocturnos, serían de gran importancia para poder realizar una mejor estimación de la comunidad de peces en el parque marino. Esto se tendría que realizar durante un lapso de tiempo más amplio (años), para poder elaborar comparaciones estacionales y conocer mejor la variación de la comunidad a lo largo del tiempo. También, sería de gran importancia observar como la influencia de actividades antropogénicas afectan a la comunidad ictiológica del parque.

Actualmente existe una gran preocupación por la conservación de los recursos naturales, por medio de la declaración de Áreas Naturales Protegidas, como es el caso de Cozumel, que es un Parque Marino Nacional. Así que el realizar estudios de este tipo contribuye al conocimiento de la diversidad biológica del país, y del Caribe mexicano. Además, existe una gran necesidad de comprobar si en realidad los parques marinos funcionan como tal, esto se puede llevar a cabo por medio de mas estudios en los cuales se realicen muestreos dentro del parque y fuera de este (en un área no impactada y en otra que exista un impacto evidente) con fines comparativos.

7. CONCLUSIONES

La comunidad de peces del Parque Marino Chankanaab en Cozumel, Quintana Roo, esta compuesto por 129 especies pertenecientes a 64 géneros y 39 familias.

Existe una diferencia entre las zonas de arenal, pastizal y rocosa, en cuanto a la composición de especies y ensambles de peces. La zona rocosa, con mayor número de especies e individuos, se caracteriza por la presencia de especies planctívoras, omnívoras, territoriales y formadoras de grandes cardúmenes.

Las zonas de pastizal y arenal, debido a la cercanía entre sí y a los hábitos alimenticios de las especies, presentan una gran similitud en cuanto a la riqueza y composición de especies. Estas zonas, están integradas principalmente por especies consumidoras de invertebrados bénticos y herbívoros.

La principal causa de las diferencias encontradas, se debe probablemente a que las comunidades de peces arrecifales están altamente relacionadas con las características de cada zona propiciando el establecimiento de especies con distintos requerimientos en cada una.

Las zonas del parque marino no pueden ser comparadas en términos de diversidad ya que mientras en la zona rocosa unas cuantas especies presentan la mayor abundancia, en las zonas de pastizal y arenal la distribución de los individuos dentro de las especies es mas uniforme con un menor número de especies.

RECOMENDACIONES

Realizar muestreos periódicos, diurnos y nocturnos, serían de gran importancia para poder realizar una mejor estimación de la comunidad de peces en el parque marino. Esto se tendría que realizar durante un lapso de tiempo más amplio (años), para poder elaborar comparaciones estacionales y conocer mejor la variación de la comunidad a lo largo del tiempo. También, sería de gran importancia observar como la influencia de actividades antropogénicas afectan a la comunidad ictiológica del parque.

Actualmente existe una gran preocupación por la conservación de los recursos naturales, por medio de la declaración de Áreas Naturales Protegidas, como es el caso de Cozumel, que es un Parque Marino Nacional. Así que el realizar estudios de este tipo contribuye al conocimiento de la diversidad biológica del país, y del Caribe mexicano. Además, existe una gran necesidad de comprobar si en realidad los parques marinos funcionan como tal, esto se puede llevar a cabo por medio de mas estudios en los cuales se realicen muestreos dentro del parque y fuera de este (en un área no impactada y en otra que exista un impacto evidente) con fines comparativos.

8. LITERATURA CITADA

- Alevizon W S y Brooks M G 1975. The comparative structure of two western Atlantic reef-fish assemblages. *Bull. Mar. Sci.* 25: 482-490.
- Álvarez-Guillén H, García-Abad M C, Tapia-García M., Villalobos-Zapata G J. y Yañez-Arancibia A. 1986. Prospección ictiológica en la zona de pastos marinos de la Laguna Arrecifal de Puerto Morelos, Q. R. (verano 1984). *An. Inst. Cienc. Mar Limnol. UNAM* 13 (3):317-336.
- Anderson GRV, Ehrlich AH, Ehrlich PR, Roughgarden JD, Russell BC y Talbot FH. 1981. The community structure of coral reef fishes. *Am. Nat.* 117(4), 476-495.
- Begon M, Harper JL y Townsend CR. 1990. *Ecology. Individuals, Populations and Communities*. 2a ed. Blackwell Scientific Publications. Boston, MA, USA.
- Bellwood DR y Alcalá AC. 1988. The effect of a minimum length specification on visual estimates of density and biomass of coral reef fishes. *Coral Reefs* 7:23-27.
- Bölke JE y Chaplin CG. 1970. *Fishes of the Bahamas and adjacent waters*. Livingston. Philadelphia, 771 p.
- Bonsack JA y Bannerot SP. 1986. A stationary visual census technique for quantitatively assessing community structure of coral reef fishes. *NOAA. Tech. Rep. NMFS* 41, P 1-15.
- Brock VE. 1954. A preliminary report on a method of estimating reef fish populations. *J. Wildl. Manage.* 18:297-308.
- Brock RE, Lewis C y Wass RC. 1979. Stability and structure of a fish community on a coral patch reef in Hawaii. *Mar. Biol.* 54: 281-292.
- Brock RE 1982. A critique of the visual census method for assessing coral reef fish populations. *Bull. Mar. Sci.* 32(1):269-276.
- Burgos-Legorreta M A. 1992. Lista comentada de los peces de Puerto Morelos, Q. Roo. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. UNAM. 83 pp.
- Connell JH. 1975. Some mechanisms producing structure in natural communities. In: Cody M L & Diamond J.M.(eds) *Ecology and evolution of communities*. Harvard University Press. U. S. A. pp 460-490.
- Connell JH 1978. Diversity in tropical rain forests and tropical reefs *Science*. 199: 1302-1310.

- Connell JH y Keough M J. 1985. Disturbance and patch dynamics of subtidal marine animals on hard substrata. In: Pickett STA & White PS (eds). *Patch Dynamics*. Academic Press, London, U. K. pp 125-151.
- Crawley MJ. 1993. *GLIM for ecologists*. Blackwell Science. 379 pp.
- Chapman CJ, Johnstone ADF, Dunn JR y Creasey DJ. 1974. Reactions of fish to sound generated by divers' open-circuit underwater breathing apparatus. *Mar Biol.* 27: 357-366.
- Chave EH y Eckert DB. 1974. Ecological aspects of the distributions of fishes at Fanning Island. *Pacif. Sci.* 28: 297-317.
- Choat JH y Bellwood DR. 1985. Interactions amongst herbivorous fishes on a coral reef: Influence of spatial variation. *Mar. Biol.* 89: 221-234.
- Choat JH y Bellwood DR. 1991. Reef fishes: Their history and evolution. In: Sale P F. (ed) *The ecology of fishes on coral reefs*. Academic Press. California, USA. 754p.
- Díaz-Ruiz S, Aguirre-León A y Romero-Martínez F. 1991. Aspectos biológicos de las poblaciones dominantes del sistema coralino de Cozumel. *Caribe Mexicano. Inf. Final-5ª Et., Proy. Invest.: Ecol. Recur. Ictiol. Arrecife Palancar en el Caribe Mexicano. (C90-01-0287), Conv. UAM-I/DGICSA. 2 Pts., 1 Anexo. 151 p.*
- Díaz-Ruiz S, Aguirre-León A, Macuitl C, Zamayoa V, Lara E, Pérez O. 1992. Análisis preliminar de las comunidades de peces del sistema arrecifal coralino de Puerto Morelos, Quintana Roo, México. *Proy. Invest: Eval. Ecol. Dinam. Recur. Ictiofaun. Arrecifes Coral. Quintana Roo. LIEC/CBS-UAM-I (IPA-PE) 57pp.*
- Díaz-Ruiz S y Aguirre-León A. 1993. Diversidad e ictiofauna de los arrecifes del sur de Cozumel, Quintana Roo. pp 817-832. En: *Biodiversidad marina y costera de México. S. Y. Salazar-Vallejo y N.E. González (eds.). Com. Nal. Biodiversidad y CIQRO. México. pp 865.*
- Díaz-Ruiz S, Pérez-Solis O, Aguirre-León A, Chávez-Rojas J y Ramos-Arroyo J R. 1995. Estructura y dinámica de la comunidad de peces del sistema arrecifal coralino de Puerto Morelos, Quintana Roo. *Proy. Invest. Eval. Ecol. Dinám. Recur. Ictiofaun. Arrecifes de Coral. Quintana Roo. LIEC/CBS-UAM-I. 57pp.*
- Dufour V, Jouvenel JY y Galzin R. 1995. Study of a mediterranean reef fish assemblage. Comparisons of population distributions between depths in protected and unprotected areas over one decade. *Aquat. Living Resour.* 8: 17-25.

- Ehrlich PR. 1977. The behaviour of chaetodontid fishes with special reference to Lorenz's "poster colouration" hypothesis. *J. Zool.* 183: 213-228.
- Fenner DP. 1991. Effects of the hurricane Gilbert on coral reefs, fishes and sponges at Cozumel, México. *Bull. Mar. Sci.* 48(3):719-730.
- García-Beltrán G. 1992. Algunos aspectos de la depredación de la langosta espinosa *Panulirus argus* por peces en la Bahía de la Ascensión, Quintana Roo. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. UNAM. 83 p
- García E. 1973. **Modificaciones al sistema de Köppen.** Inst. Geogr. UNAM, 246 p.
- Gaudian G; Medley PAH. y Ormond RFG. 1995. Estimation of the size of a coral reef fish population. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 122: 107-113.
- Gerking S D. 1994. **Feeding ecology of fish.** San Diego: Academic Press. 416 p.
- Gladfelter WB y Gladfelter EH. 1978. Fish community structure as a function of habitat structure on West Indian patch reefs. *Rev. Biol. Trop.* 26(1): 65-84.
- Gladfelter WB, Ogden JC y Gladfelter H. 1980. Similarity and diversity among coral reef fish communities: A comparison between tropical Western Atlantic (Virgin Islands) and tropical Central Pacific (Marshall Islands) patch reefs. *Ecology*, 61(5), pp. 1156-1168.
- Goldman B & Talbot FH. 1976. *Aspects of the ecology of coral reef fishes.* In: A. O. Jones & R. Endean (Eds) *Biology and Geology of coral reefs.* Vol 3. Biology 2. Academic Press. New York. Pp 125-154.
- Greenberg I y Greenberg J. 1977. *Waterproof guide to corals and fishes of Florida, the Bahamas and the Caribbean.* Seahawk Press, Florida.
- Gutiérrez-Carbonell D; García-Saez C; Lara Perez-Soto M; Padilla-Souza C; Pizaña-Alonso J; García-Beltrán G; Loreto-Viruel R y Camarena-Luhrs T. 1995. Caracterización de los arrecifes coralinos en el corredor "Cancun-Tulum", Quintana Roo, México. *Sian ka'an Serie Documentos* 4, 1-39.
- Heck KL y Weinstein MP. 1989. Feeding habits of juvenile reef fishes associated with panamanian seagrass meadows. *Bull. Mar. Sci.* 43(3): 629-636.
- Hiatt RW y Strasburg DW. 1960. Ecological relationships on the fish fauna on coral reefs of the Marshal Islands. *Ecol. Monogr.* 30: 65-127.
- Hobson ES. 1991. Trophic relationships of fishes specialized to feed on zooplankters above coral reefs. In: Sale P.F. (ed) *The ecology of fishes on coral reefs.* Academic Press. California, USA. pp 69-95

- Humann P. 1989. *Reef fish identification*. New World Publications, Florida. 270 pp.
- Jones RS y Thompson MJ. 1978. Comparison of Florida reef fishes assemblages using a rapid visual technique. *Bull. Mar. Sci.* 28:159-172.
- Jordan DE. 1988. Arrecifes profundos de la isla de Cozumel, México. *An. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nat. Autón. México*, 15(2): 195-208.
- Kimmel JJ. 1985. A new species-time method for visual assessment of fishes and its comparison with established methods. *Env. Biol. Fish.* 12 (1): 23-32.
- Krebs CJ. 1978. *Ecología. Estudio de la distribución y abundancia*. Harla. México. 2ª ed. 753 p.
- Krebs CJ. 1989. *Ecological Methodology*. Harper & Row. Pubs. New York.
- Lambshhead PJD, Platt HM y Shaw KM. 1983. The detection of differences among assemblages of marine benthic species based on an assessment of dominance and diversity. *Journal of Natural History*, 17: 859-874.
- Lowe RH y Mc Connell. 1987. *Ecological studies in tropical fish communities*. Cambridge University Press. pp 177-207.
- Loya Y. 1972. Community structure and species diversity of hermatypic corals at Eilat, Red Sea. *Mar. Biol.* 13: 100-123.
- Luckhurst BE y Luckhurst K. 1978. Diurnal space utilisation in coral reef fish communities. *Mar. Biol.* 49: 325-332.
- Luckhurst BE y Luckhurst K. 1987. Analysis of the influence of substrate variables on coral reef fish communities. *Mar. Biol.* 49, 317-323.
- 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. U.N.A.M.*
- Magurran AE. 1988. *Ecological diversity and its measurements*. 1ª ed. Princeton University Press. New Jersey. U. S. A. 179p.
- McCormick MI y Choat JH. 1987. Estimating total abundance of a large temperate-reef fish using visual strip-transects. *Mar. Biol.* 96, 469-478.
- Merino M y Otero L. 1991. *Atlas ambiental costero, Puerto Morelos, Q. Roo. CIQRO-UNAM, Chetumal*. 80p.
- Meyer JL, Shultz ET & Helfman GS. 1983. Fish schools: An asset to corals. *Science*. 220: 1047-1049.
- Montgomery WL. 1990. Zoogeography, behaviour and ecology of coral reef fishes. In: Dubinsky Z. (ed) *Ecosystems of the world, Coral Reefs*. Elsevier Science Publishing Company. New York. pp329-364.

- Nelson I S. 1984. *Fishes of the world*. 2nded. John Wiley and Sons. Inc. New York. 543 p.
- Ogden JC y Ziemann JC. 1977. Ecological aspects of coral reef seagrass bed contacts in the Caribbean. *Proc. Int. Coral reef. Symp.* 3rd 1: 378-382.
- Ogden SC y Ebersole JP. 1981. Scale and community structure of coral reef fishes: A long-term study of a large artificial reef. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 4: 97-103.
- Pickett STA y White PS. 1985. Patch dynamics. A synthesis. In: Pickett S T A & White P S. (eds) *Patch Dynamics*. Academic Press, London, U. K. pp 371-384.
- Rakitin A y Kramer DL. 1996. Effect of a marine reserve on the distribution of coral reef fishes in Barbados. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 131: 97-113.
- Randall JE. 1967. Food habits of reef fishes of the West Indies. *Stud. Trop. Oceanogr.* (Miami), 5:655-847.
- Randall JE. 1974. The effect of fishes on coral reefs. *Proc. Int. Coral reef. Symp* 1. Great Barrier Reef Committee, Brisbane, October. 159-166.
- Robblee MB y Ziemann J. 1984. Diel variation in the fish fauna of a tropical seagrass feeding ground. *Bull. Mar. Sci.* 34(3): 335-345.
- Roberts CM & Ormond RFG. 1987. Habitat complexity and coral reef fish diversity and abundance on Red Sea fringing reefs. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 41:1-8.
- Rodríguez-Martínez RE y Jordán-Dahlgren E. 1996. Short-term effects of hurricane Roxanne on a littoral coral community in Cozumel, México. *Proc. 8th Int. Coral Reef Symp.* Panama, Junio 1996. (en prensa). 6 p.
- Russell B C, Anderson G R V & Talbot F H. 1977. Seasonality and recruitment of coral reef fishes. *Aust. J. Mar. Freshw. Res.*, 28, 521-528.
- Sale PF. 1972. Influence of corals in the dispersion of the pomacentrid fish, *Dacyllus anarus*. *Ecology*. 53: 741- 744.
- Sale PF. 1974. Mechanisms of coexistence in a guild of territorial fishes at Heron Island. *Proc. Int. Coral Reef. Symp.* 2nd 1: 193- 206.
- Sale PF 1977. Maintenance of high diversity in coral reef fish communities. *Am Nat.* Vol. 111. No. 978. pp 337-359.
- Sale PF. 1978. Coexistence of coral reef fishes- a lottery for living space. *Env. Biol. Fish.* Vol.3, No 1, pp. 85-102.
- Sale PF. 1980. The ecology of fishes on coral reefs. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 18: 367-421.
- Sale PF. 1991. Introduction. In: Sale PF. *The ecology of fishes on coral reefs*. Academic Press. California. USA. 754 pp.

- Sale PF y Dybdahl R. 1975. Determinants of community structure for coral reef fishes in an experimental habitat. *Ecology*. 56: 1343-1355.
- Sale PF y Douglas WA. 1981. Precision and accuracy of visual census technique for fish assemblages on coral patch reefs. *Env. Biol. Fish.* Vol. 6, No. 3, pp 333-339.
- Sale PF y Sharp BJ. 1983. Correction for bias in visual transect censuses of coral reef fishes. *Coral Reefs* 2: 37-42.
- Sale PF y Douglas WA. 1984. Temporal variability in the community structure of fish on coral patch reefs and the relation of community structure to reef structure. *Ecology*. 63(2), pp. 409-422.
- Talbot FH y Goldman B. 1972. *Proc. Symp. Coral Reefs*, Mar. biol Ass. India, Cochin 425-443.
- Talbot FH, Russell BS y Anderson GR. 1979. Coral reef fish communities: unestable, high diversity systems? *Ecol. Monogr.*, 49 (4): 425-440.
- Thayer B W, Bjorndal Ka, Ogden JC, Williams SL y Zieman JC. Role of larger herbivores in seagrass communities. *Estuaries* Vol. 7. No. 4A, p. 351-376.
- Tresher RE. 1983. Environmental correlates of the distribution of planktivorous fishes in the One Tree Reef Lagoon. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 10: 137-145.
- Tresher RE y Gunn JS. 1986. Comparative analysis of visual census techniques for highly mobile reef associated piscivores (Carangidae). *Envir. Biol. Fish.* 17:93-116.
- Washington HG. 1984. Diversity, Biotic and Disimilarity Indices: A review with special relevance to aquatic ecosystems. *Water Res.* Vol 18. No. 6. pp 653-694.
- Weinstein MP y Heck KL. 1979. Ichthyofauna of seagrass meadows along the Caribbean Coast of Panama and in the Gulf of Mexico. Composition structure and community ecology. *Mar. Biol.* 50: 97-107.
- Williams AH. 1974. Interference behaviour and ecology of threespot damsel fish (*Eupomacentrus planifrons*). *Oceanologia* 38: 223-230.
- Williams D McB. 1991. Patterns and processes in the distribution of coral reef fishes. In: Sale P F (ed) *The ecology of fishes on coral reefs*. Academic Press. California, USA. pp 437-474.