

# Composicion, Biomasa y Estructura Trofica de la Comunidad de Peces Arrecifales en Tres Areas del Sur del Caribe Mexicano

ENRIQUE NÚÑEZ-LARA y J. E. ARIAS GONZÁLEZ

*Laboratorio de Ecología de Ecosistemas de Arrecifes Coralinos. Centro de Investigación y Estudios Avanzado Mérida  
Carr. Ant. a Progreso Km 6. A. P. 73 C.P.  
97310 Mérida, Yucatán, Mexico*

## RESUMEN

En los meses de Marzo a Julio de 1997 se realizaron censos visuales de las comunidades de peces en tres arrecifes del sur del Caribe Mexicano sometidos a un grado de aprovechamiento diferente. Actividades pesqueras y ecoturísticas destacan como usos principales en el litoral del Mar Caribe. Se analizó la composición, biomasa y estructura trófica de 134 especies de peces censados en 60 sitios de muestreo que abarcaron los cinco tipos dominantes de hábitat (laguna arrecifal, arrecife posterior, cresta, frente y pendiente arrecifal). Cincuenta y tres por ciento de las especies identificadas estuvieron presentes en el arrecife Boca Paila (zona norte de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an), 55% en el arrecife Tampalam (sur de la misma reserva) y un 76% en el arrecife Majahual fuera del área de reserva. La diversidad fué mayor en el arrecife Majahual (0.948) que en los arrecifes protegidos (Boca Paila 0.924 y Tampalam 0.928). La biomasa promedio no mostró diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre los arrecifes estudiados. El mismo comportamiento se presentó en la comparación de tallas promedio entre arrecifes. La proporción de especies pertenecientes a los distintos grupos tróficos se conserva aproximadamente constante para las zonas estudiadas. El gremio dominante corresponde a las especies que se alimentan del bentos vágil y pequeños peces (aproximadamente 25%), seguido de los herbívoros (20%) y las especies que se alimentan de invertebrados mayores (15%). Una serie de quince variables ambientales fueron seleccionadas para relacionarlas mediante la técnica multivariada de análisis de correspondencia canónica con las especies más representativas en abundancia, biomasa y estructura trófica. Esto generó la base cuantitativa sobre las preferencias diferenciales de hábitat de las especies y determinó que los factores ambientales que definen significativamente la estructura de comunidad en el área de estudio son, en orden decreciente : complejidad topográfica, profundidad, porcentaje de cobertura de algas, dirección de la corriente y los porcentajes de cobertura de corales, pastos marinos y gorgonias.

**PALABRAS CLAVE:** Peces arrecifales, Atributos comunitarios, Hábitat

## **Composition, Biomass and Trophic Structure of Reef Fish Communities in Three Areas of South Mexican Caribbean**

### **ABSTRACT**

Visual census of three coral reef fishes communities of South Mexican Caribbean were made from March to July 1997. Those reefs are subject to different levels of exploitation. Fishing and eco-tourism are the most widespread human activities in the litoral in Mexican Caribbean Sea. Composition, biomass and trophic structure of one hundred and thirty-four species of reef fishes associated with five reef habitats were analyzed at 60 sites sampled. Fifty-three percent of species recorded were present at Boca Paila Reef (in the north zone of Sian Ka'an Biosphere Reserve), 50 % at Tampalam Reef (in the south of the same reserve), and 76% at Majahual Reef (out of the protected area). The diversity of species was higher at Majahual's fishing site (0.948 Simpson's index) than the protected reefs, Boca Paila (0.924) and Tampalam (0.928). There was not a significant difference ( $P>0.05$ ) between the mean fishes' biomass in the three reefs. The same thing happened with the mean size comparison at the three reefs. The relation of fish species from different trophic groups was approximately the same for the three zones. The generalized carnivorous was the major feeding category (25%), followed by plant and detritus feeders (20%) and "shelled" invertebrate feeders (15%). Canonical correspondence analysis between fifteen environmental variables and the more representative species (abundance, biomass and trophic structure) was carried out to visualize and describe the differential habitat preferences (niches) of fish species *via* an ordination diagram. The environmental factors that determine significantly the community structure were, in the order of importance: topographic complexity, depth, algal cover, current direction, and coral seagrass and gorgonias cover.

**KEY WORDS:** Reef fishes, community parameters, biomass

### **INTRODUCCIÓN**

En épocas recientes se ha tratado de explicar como algunos atributos de la comunidad de peces arrecifales son influenciados por características del medio, en función del uso al que está destinado el arrecife y al grado de aprovechamiento de sus recursos.

Uno de los objetivos de las áreas de reserva que involucran ambientes marinos, ha sido ayudar a conservar las poblaciones de peces entendiendo los factores que afectan su reproducción, reclutamiento, función alimenticia y energética dentro del sistema (Roberts y Polunin ,1991). Al respecto, los

estudios sobre la respuesta de los conjuntos ictiofaunísticos a la protección local son imperativos, actualmente son pocos los trabajos realizados sobre este aspecto (Russ, 1985; Alcalá, 1988; Clark *et al.*, 1989; Russ y Alcalá, 1989; Polunin y Roberts, 1993). Existen numerosos factores y procesos que regulan las comunidades de peces, estos han sido enfocados fuertemente hacia el análisis de las fluctuaciones en el reclutamiento larvario (Doherty, 1991; Doherty y Fowler, 1994) y el asentamiento de juveniles en los arrecifes (Doherty y Williams, 1988). Sin embargo, la depredación y competencia están reconocidos como procesos estructurantes clave en muchos ecosistemas acuáticos (Kerfoot y Sih, 1987; Hixon, 1991; Jones, 1991).

Aspectos antropogénicos como la pesca, el turismo o el desarrollo urbano traen consigo una alteración inherente de los sistemas biológicos. La pesca es la actividad de explotación más extensa en arrecifes de coral con un alto significado socio-económico en todas las áreas donde los humanos participan (Munro y Williams, 1985; Russ, 1991). Existen algunos antecedentes sobre efectos antropogénicos como la pesca bajo una comparación espacial, es decir, entre comunidades de peces en dos o más áreas sujetas a diferentes intensidades de aprovechamiento (Samoily, 1988; Polunin y Roberts, 1993; Jennings *et al.*, 1995). Estos estudios se han utilizado para demostrar la influencia a corto plazo después de declarar una zona de reserva. Munro y Williams (1985) han sugerido que las estrategias de pesca que seleccionan a las especies comerciales (normalmente predadores) pueden llevar a un incremento compensatorio en la abundancia de peces presa en respuesta a la remoción de sus depredadores. El aparente dominio de las especies pequeñas de los niveles más bajos de la estructura trófica en áreas con impacto pesquero puede ser atribuido a las modificaciones de las interacciones depredador -presa, pero los cambios en la composición de especies podría ser el resultado de alguna otra actividad que este alterando las características del hábitat, estos factores rara vez son tratados explícitamente en estudios de pesquerías (Jennings *et al.*, 1995, 1996).

El análisis de los efectos de las variables ambientales sobre las comunidades de peces juegan un papel importante. Estas contribuyen al entendimiento de las preferencias diferenciales de hábitat por parte de las especies y ayuda a explicar las variaciones en biomasa o algún otro atributo que no son explicadas por procesos como reclutamiento, depredación o competencia. Esto es particularmente relevante en sitios donde la actividad pesquera sobre las especies sedentarias y el uso del arrecife se han incrementado (Grigg, 1994; Jennings y Lock, 1996).

En el presente trabajo, se describe de manera comparativa la composición de especies, biomasa y estructura trófica de las comunidades de peces de tres arrecifes del sur del Caribe Mexicano sometidos a una intensidad de aprovechamiento diferente. Esto dará la pauta para proponer respuestas sobre el

efecto que actividades como la pesca o el turismo pudieran tener sobre las especies de peces. De manera complementaria, se analizará la contribución relativa de las características ambientales en la composición de especies y la manera en que definen un tipo de estructura de comunidad particular.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Area de estudio

En el litoral del Mar Caribe en la República Mexicana, existe un desarrollo arrecifal tipo bordeante que corre paralelo a la costa del Estado de Quintana Roo. Esta formación coralina se extiende desde la parte más septentrional de la Península de Yucatán hasta los límites territoriales con Belice en el Sur (Figura 1).

De manera general, los arrecifes del sistema bordeante en el caribe están estructurados de forma similar. El perfil arrecifal de la playa a mar abierto puede dividirse en cinco zonas principales de acuerdo a la geomorfología del sistema y los rasgos físicos y biológicos del mismo. Estas zonas son : laguna arrecifal, arrecife posterior, cresta, frente y pendiente arrecifal. Los sitios seleccionados para el presente trabajo abarcan los cinco tipos de hábitat y se ubican en tres arrecifes de la zona sur del Caribe Mexicano :

- i) Boca Paila - Se localiza en los 20°00' norte y 87°28' oeste, 20 kilómetros al sur del límite norte de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, aproximadamente 30 kilómetros al sur del poblado de Tulum (Fig. 1). Es una zona totalmente prohibida a la pesca y al buceo recreativo. Presenta playas extensas, y formaciones coralinas consolidadas expuestas al viento y oleaje de mar abierto.
- ii) Tampalam - Ubicado en los 19°09' norte y 87°08' oeste, 8 kilómetros al norte del límite sur de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an y a 80 kilómetros en la misma dirección del poblado de Majahual (Figura 1). En este arrecife la pesca está limitada a un grupo pequeño de pescadores conccionados con tres embarcaciones y pocas artes de pesca. La actividad turística es prácticamente nula las formaciones arrecifales no son muy extensas y se encuentran totalmente expuestas a las condiciones hidrodinámicas de mar abierto.
- iii) Majahual - Localizado en los 18°42' norte y 87°41' oeste, al noroeste de la Bahía de Chetumal. El arrecife se ubica frente al poblado del mismo nombre y tiene una extensión aproximada de 3.6 kilómetros. La actividad pesquera en la zona arrecifal costera es moderada, con tránsito intenso de embarcaciones hacia aguas profundas y Banco Chinchorro, donde la pesca es intensiva. La actividad turística es principalmente en periodos vacacionales y

los asentamientos urbanos corresponden a una población aproximada de 200 habitantes. El arrecife Majahual se encuentra protegido de las condiciones hidrodinámicas por la plataforma arrecifal de Banco Chinchorro localizada a aproximadamente 75 km al este de este arrecife (Figura 1 ).



Figura 1. Area de estudio

### **Estimaciones visuales**

Se registró la talla y abundancia en número de individuos de los peces arrecifales en 60 sitios de muestreo utilizando la técnica de censo visual en transecto (100 x 5 m). Los sitios quedaron distribuidos en tres arrecifes abarcando los cinco tipos de hábitat dominantes. Todas las estimaciones fueron hechas en horas de luz de día por el mismo observador para evitar el sesgo en las estimaciones. Las profundidades de las zonas variaron de 0.5 a 15 m. Utilizando el mismo transecto ocupado como referencia para el conteo de peces, se evaluaron una serie de quince variables ambientales: profundidad, temperatura, dirección de la corriente, intensidad de la corriente, visibilidad, relieve vertical, complejidad topográfica y los porcentajes de cobertura de arena, pastos marinos, algas, guijarros y rocas, gorgonias, corales masivos, corales ramosos y corales incrustantes.

### **Análisis de datos**

Las estimaciones de longitud de los peces fueron convertidas a peso utilizando las relaciones peso-longitud de publicaciones científicas (Munro 1983 y Claro y García 1994). Pruebas estadísticas no paramétricas (Kruskal-Wallis) fueron realizadas para probar las diferencias en los valores de biomasa y talla de las especies entre los diferentes arrecifes. Se calculó la diversidad de las comunidades de peces en los tres arrecifes utilizando el índice de Simpson (1949). Los peces fueron asignados a categorías tróficas en base a la información publicada Randall (1967). La relación entre los atributos comunitarios y las variables ambientales fueron evaluados mediante el método multivariado de ordenación correspondencia canónica (ter Braak, 1987) y se probó la significación estadística de las variables sobre las especies utilizando el método de permutación Monte Carlo como esta implementado en el programa de computo CANOCO vr. 3.1 (ter Braak, 1991).

## **RESULTADOS**

Un total de 134 especies pertenecientes a 43 familias de peces fueron identificadas en los arrecifes del sur del Caribe Mexicano. Del total de especies, 58% se encontraron en el arrecife Boca Paila y el mismo porcentaje en el arrecife Tampalam, ambos dentro de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, en el arrecife Majahual el porcentaje de especies fue mayor (82%). De igual forma, el porcentaje de familias registradas fue mayor en los sitios fuera de la reserva que en los de dentro de la misma (Figura 2). Las familias más representativas en cuanto a la abundancia y frecuencia de sus especies fueron: Labridae, Acanthuridae, Pomacentridae, Scaridae y Haemulidae.

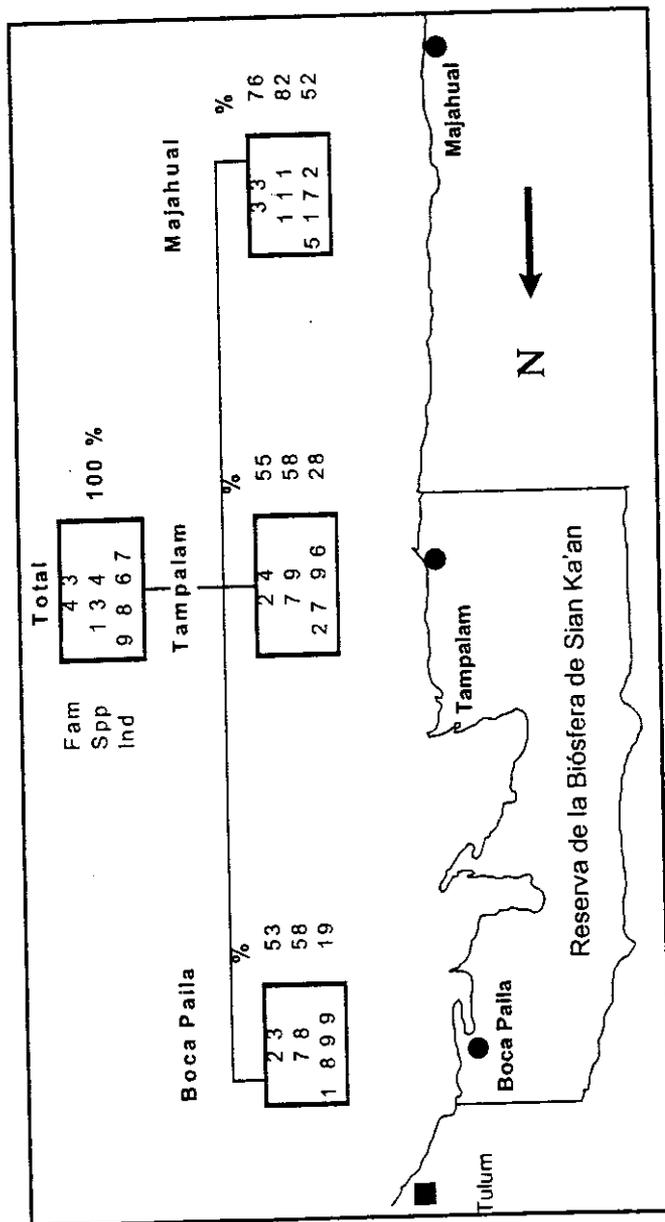


Figura 2. Esquema de composición de la comunidad de peces en tres áreas del sur del Caribe Mexicano

El análisis de diversidad muestra el valor más alto de heterogeneidad para el arrecife Majahual y los más bajos para los arrecifes dentro del área de reserva Boca Paila y Tampalam. Los valores de equidad y riqueza de especies se conservan aproximadamente constante para los tres arrecifes (Figura 3). El análisis de diversidad por ambientes muestra valores de heterogeneidad aproximadamente constantes en los cinco tipos de hábitat al igual que el índice de equidad. Por otro lado, la riqueza de especies es mayor en los hábitats externos, arrecife frontal y pendiente arrecifal, hacia atrás de la zona de rompiente en dirección a mar abierto, que en los hábitats internos, arrecife posterior y laguna, (Figura 3).

Un total de 48 especies de peces comunes para los tres arrecifes sirvieron de base para las comparaciones en biomasa y talla de los organismos de la comunidad. Estas especies representan a su vez las máximas abundancias y frecuencia de aparición. La biomasa promedio considerando toda el área de estudio fue de 1.769/gm<sup>2</sup>, variando en un rango de 1.755/gm<sup>2</sup> en Boca Paila a 1.791 gm<sup>-2</sup> (Fig. 3). La comparación en biomasa promedio entre los tres arrecifes no mostró diferencias significativas ( $P>0.05$ ). Esto puede indicar que el aprovechamiento y uso diferencial entre los arrecifes protegidos y no protegidos no es un factor determinante en las variaciones en biomasa de las comunidades de peces.

La talla promedio para las especies de la comunidad de peces en el litoral sur del Mar Caribe fue de 18.1 cm. Las diferencias entre los arrecifes dentro y fuera del área de reserva en relación a la talla promedio de las especies no fue significativa ( $P>0.05$ ) y varió en un rango de 17.9 cm para el arrecife de Boca Paila a 18.2 cm para el arrecife Tampalam, (Figura 4). De manera general, las especies con mayor talla y biomasa se localizan en el arrecife Tampalam, en la parte sur de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an.

La estructura trófica de la comunidad de peces, tomando en cuenta el número de especies de cada categoría de dieta es semejante para los tres arrecifes estudiados. Los porcentajes de cada gremio trófico se conservan de manera general para toda el área de estudio. La categoría trófica más importante está formada por las especies que se alimentan de organismos vágiles del bentos y pequeños peces (aproximadamente 25%), a continuación los peces herbívoros (20 %) y los que se alimentan de invertebrados mayores como gastrópodos, pelecípodos o equinodermos (15%). En el arrecife Tampalam, a diferencia de los otros dos, existe una mayor proporción de peces que se alimentan preferentemente de invertebrados sésiles que aquellos que se alimentan de invertebrados mayores con concha (Figura 5). El porcentaje de peces piscívoros representa solo un 10 % del total de especies en los arrecifes de Tampalam y Majahual y solo un 3 % en Boca Paila. Al considerar en un solo grupo a las especies carnívoras, categorías 4, 5 y 7 estas representan el porcentaje más alto respecto a los otros gremios tróficos,

(Figura 5).

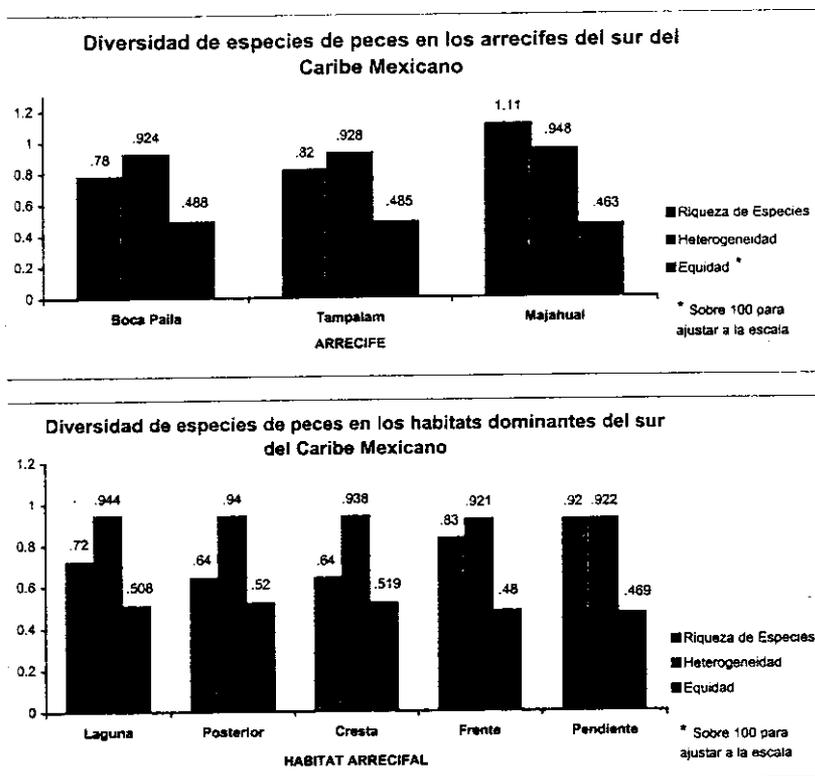


Figura 3. Diversidad de las especies de peces en los arrecife y hábitat

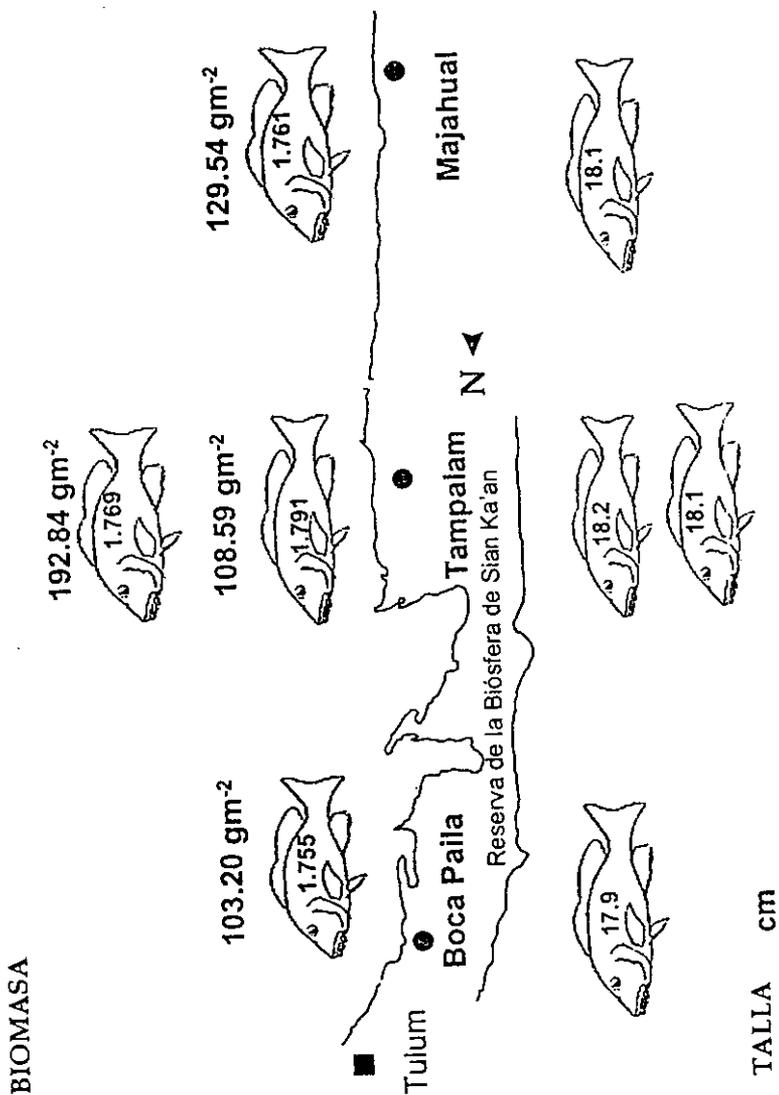


Figura 4. Promedio en biomasa total, y tallas y biomasa por especie de las comunidades de peces arrecifales

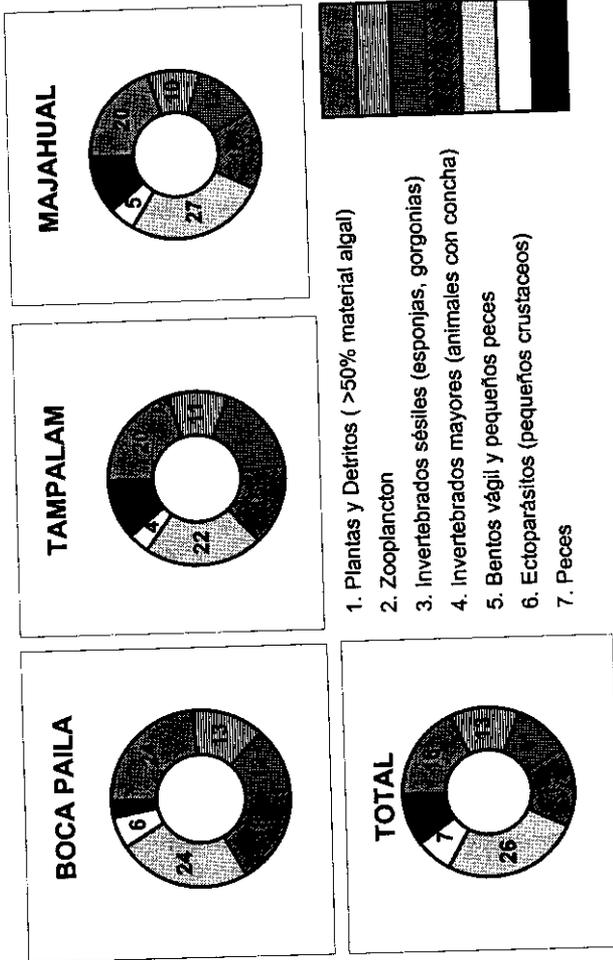


Figura 5. Estructura trófica de la ictiofauna arrecifal

El resultado principal del análisis de correspondencia canónica es un diagrama de ordenación llamado trigráfico. Este diagrama incluye los puntos de las especies, los sitios y las variables ambientales sobre un sistema de ejes de ordenación. Las derivaciones ecológicas son interpretadas en función de la posición, dirección y magnitud de los componentes de gráfico a lo largo de gradientes ambientales sintéticos (ejes X y Y). Consecuentemente, el punto de cada especie en el diagrama está en sus centroides, en relación a los puntos de los sitios y los vectores de las variables ambientales. Esta localización indica la posición relativa del nicho bidimensional de la especie. Así por ejemplo, en la figura 6, la especie *Halichoeres bivittatus* (Halbivi), se distribuye con mayor abundancia relativa en los sitios TCL, MC2L, MC1L y MS2L, que corresponden al hábitat de laguna arrecifal, preferentemente en el arrecife Majahual (ver clave de estaciones en la figura 6). Paralelamente, esta especie se encuentra confinada a sitios donde el porcentaje de cobertura de pastos marinos y arena es alto.

La posición de los sitios y la separación entre ellos está relacionada sistemáticamente con su composición en especies y en una combinación lineal con las variables ambientales. En la figura 6, el sitio BNF en el tercer cuadrante está relacionado directamente con las variables de porcentaje de cobertura de corales masivos y ramosos preferentemente (%C-M y %C-R), en este caso la especie *Lutjanus mahogoni* (Lutmaho) presentó una abundancia relativa más alta en la estación del frente arrecifal de Boca Paila (BNF).

La interpretación de las flechas de las variables ambientales en el diagrama de ordenación se realiza en función de su dirección, sentido y magnitud respecto a los ejes x-y. La dirección de la punta es hacia el valor máximo de cambio de la asociación de las variables con los ejes, y la longitud de la flecha es proporcional a la tasa máxima de cambio. El orden de proyección de los puntos de los sitios y las especies nos permitió inferir su relación con las variables ambientales. En el origen (0.0) no existe correlación entre especie y variable ambiental, conforme se proyecta el punto de la especie o el sitio hacia la punta del vector la correlación es más fuerte. Una interpretación alternativa parte de que el signo del coeficiente de correlación entre variables puede inferirse de el ángulo entre las flechas de las variables, si el ángulo es agudo la correlación es positiva, si es obtuso, es negativa. En la figura 6, la variable relieve vertical (RV) está relacionada positivamente con el porcentaje de cobertura de corales incrustantes (%C-I), con la profundidad (Z) y con la complejidad topográfica (CT). Esta misma variable tiene una correlación negativa con el porcentaje de cobertura de arena y pastos marinos. Las especies *Bodianus rufus* y *Ocyurus chrysurus* (Bodrufo y Ocychry) son influenciadas más fuertemente por la variable RV que la especie *Sparisoma urofrenatum* (Spaauro).



En la figura 6, las especies se encuentran clasificadas en especies comerciales (donde se incluyen las especies con mayor biomasa) y especies comunes. El diagrama no muestra una tendencia en la agrupación de especies alrededor de alguna variable ambiental específica. Esto indica que no existe una diferencia evidente entre las especies de interés comercial y las comunes en cuanto a los sitios que ocupan o en relación a alguna variable ambiental en particular.

Finalmente, la figura 7, muestra una clasificación de las especies por categorías tróficas. El diagrama muestra una ligera tendencia de las especies herbívoras a ubicarse en los sitios con mayor cobertura de algas o pastos marinos y de las especies zooplanctónicas hacia los sitios de frente y pendiente arrecifal. Las especies de las demás categorías alimenticias se encuentran distribuidas sin un patrón establecido sobre los sitios arrecifales ocupando todo el diagrama de ordenación.

Las variables ambientales que tuvieron un efecto significativo (95%) sobre las especies de peces fueron en orden decreciente : la complejidad topográfica, profundidad, porcentaje de cobertura de algas, dirección de la corriente, porcentaje de cobertura de pastos marinos, porcentaje de cobertura de corales incrustantes, ramosos y masivos y el porcentaje de cobertura de gorgonias. Las variables restantes no tuvieron efecto significativo sobre las especies de acuerdo a la prueba de permutación Monte Carlo.

## DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio no mostraron diferencia en la diversidad, biomasa, talla y estructura trófica de las comunidades de peces en el sur del Caribe Mexicano. Esto se presentó aun cuando los arrecifes muestreados se encuentran sometidos a un uso y aprovechamiento diferencial. Este punto crea una controversia acerca de los factores o procesos que pudieran estar participando en la regulación de las comunidades a escala regional. Las características del hábitat mostraron tener influencia significativa sobre la estructura de la comunidad, lo cual contribuye a explicar parte de la variación entre comunidades de peces de distintos arrecifes.

La pesca ha sido reconocida previamente como responsable de diferencias significativas en biomasa de peces, especialmente en aquellos que se alimentan de grandes invertebrados y en los piscívoros, donde se incluyen las especies de interés comercial (Jennings y Polunin, 1996; Jennings *et al.*, 1995). Sin embargo, en el presente trabajo la pesca no fue reconocida como un factor determinante en la regulación de las comunidades de peces. Esto pone en entredicho el objetivo de crear una zona de reserva, donde se restrinja la actividad pesquera. Por otro lado, para poder afirmar contundentemente que no existe un efecto reserva sobre las comunidades de peces sería necesario evaluar una serie de procesos y factores que se discuten a continuación.



Uno de los procesos más importantes hacia donde se han dirigido parte de las explicaciones sobre estructura de comunidad de peces es el reclutamiento (Doherty, 1991; Doherty y Fowler, 1994) y el asentamiento de juveniles en el arrecife (Doherty y Williams, 1988). En el presente estudio se plantea como una explicación tentativa a la homogeneidad de los parámetros comunitarios. La función de un reclutamiento diferencial en los arrecifes del sur del Caribe Mexicano podría estar actuando de la siguiente manera : en el arrecife Majahual, dado que se encuentra protegido por el Banco Chinchorro de las condiciones hidrodinámicas oceánicas, la intensidad de la corriente y energía del oleaje son moderados esto favoreció en otros tiempos el asentamiento de larvas coralinas y otros organismos bentónicos y favorece actualmente el reclutamiento de larvas de peces y el asentamiento de individuos juveniles en estructuras arrecifales consolidadas. Los arrecifes dentro de la Reserva de Sian Ka'an (Boca Paila y Tampalam) están expuestos a un gradiente hidrodinámico más rápido e intenso. Lo anterior podría explicar como en caso de existir un decremento en la diversidad o biomasa de peces en el arrecife Majahual, producto de las actividades antropogénicas, este podría ser compensado por un reclutamiento y asentamiento favorable, que no se da de manera tan amplia en los otros arrecifes.

Otro proceso importante es la depredación, que ha sido reconocida como un evento clave sobre las comunidades de peces en muchos sistemas acuáticos (Hixon, 1991; Carr y Hixon, 1995). Jennings y Polunin (1996) mencionan que existe una relación negativa de la biomasa de peces piscívoros de interés comercial y la intensidad de pesca. Sin embargo no reportan diferencia significativa sobre el incremento en la diversidad o biomasa de potenciales especies presa. De manera semejante, los resultados del presente estudio sugieren que los efectos indirectos de la pesca no causan una modificación importante en la diversidad de peces o en su biomasa y se conservan de manera general las proporciones de especies de cada categoría trófica. Existe sin embargo, la posibilidad de que las relaciones depredador-presa sean una fuerza estructurante importante en las comunidades de peces del Caribe Mexicano, pero que el diseño de estudio o la categorización de gremios tróficos no contribuyó a detectar algún efecto.

La competencia por alimento y espacio es determinante en la estructura de la comunidad de peces arrecifales (Jones, 1991). El presente trabajo permitió analizar la manera en que las diferentes especies están relacionadas con características del hábitat y el grado en que estas variables contribuyen a definir la composición de la comunidad. Esto es especialmente relevante para explicar la variación en parámetros comunitarios como diversidad o distribución, sobre todo en el caso de especies residentes (Jennings *et al.*, 1996). Los resultados indican que las variables ambientales seleccionadas explican una proporción significativa de la variación en la composición de especies de peces. Poder detectar las

relaciones entre la distribución de especies y el hábitat dependen del rango en el que las variables sean examinadas. En el presente estudio se investigó las preferencias ambientales de las especies considerando un amplio rango de hábitats. La complejidad topográfica y la profundidad son las variables que definieron mejor las preferencias de hábitat de las especies de peces, es probable que en el arrecife de Majahual exista una mayor diversidad y riqueza de especies como resultado de estructuras arrecifales de una alta complejidad. Otro autores coinciden en este resultado (Luckhurst y Luckhurst, 1978; Thresher, 1983; Roberts y Ormond, 1987; Grigg, 1994). Adicionalmente, los porcentajes de cobertura de algas, corales y pastos marinos contribuyen a explicar parte de las diferencias preferenciales de hábitat de las especies en los arrecifes del Caribe Mexicano. Otros estudios han reportado que el porcentaje de cobertura de corales tiene una influencia significativa sobre las comunidades de peces en otros arrecifes del mundo (Bell y Galzin, 1984; Hourigan *et al.*, 1988). Por último, la dirección de la corriente y en cierta medida su intensidad parecen tener cierta influencia sobre la distribución de especies en los arrecifes estudiados. Esto coincide parcialmente con lo reportado por (Williams, 1982 y Thresher, 1983), donde se atribuye al flujo de la corriente y al grado de exposición del arrecife parte de la variación en la estructura de la comunidad de peces. Una explicación más exacta de las preferencias de hábitat de cada especie sería realizando observaciones a escala de hogar, sin embargo esta rutina sería irreal para conducir estudios a nivel comunidad.

Todas las similitudes y contradicciones entre los resultados de otros estudios y el presente, son un fuerte indicativo de que la estructura de la comunidad de peces arrecifales rara vez es gobernada por un solo proceso dominante. Esto hace evidente la necesidad de considerar factores causales múltiples de manera simultánea.

#### LITERATURA CITADA

- Alcala, A. 1988. Effects of marine reserves on coral fish abundances and yields of Philippine coral reefs. *Ambio* **17**:194 - 199.
- Bell, J.D. and R. Galzin. 1984. Influence of live coral cover on coral reef fish communities. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **15**:265 - 274.
- Carr, M.H. and M.A. Hixon. 1995. Predation effects on early post-settlement survivorship of coral-reef fishes. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **124**:31 - 42.
- Clark, J.R., B. Causey and J.A. Bohnsack. 1989. Benefit from coral reef protection : Looe Key Reef, Florida. Pages 3076-3086 in: O.T. Magoon, H. Converse, D. Miner, L.T. Tobin and D. Clark (eds.) *Coastal Zone '89 : Proc 6<sup>th</sup> Symp. Coastal and Ocean Management*. Charleston. July 1989.
- Claro, R. and J.P. García-Arteaga. 1994. Crecimiento. Pages 321-402 in: R.

- Claro (ed.) *Ecología de los peces marinos de Cuba*. Instituto de Oceanología Académica de Ciencias de Cuba y Centro de Investigaciones de Quintana Roo, México.
- Doherty, P. J. 1991. Spatial and temporal patterns in recruitment. Pages 261-293 in: P. F. Sale (ed.) *The ecology of fishes on coral reefs*. Academic Press, San Diego.
- Doherty, P. J. and D. M. Williams. 1988. The replenishment of coral reef fish populations. *Oceanogr. Mar. Biol. A. Rev.* **26**:487 - 551.
- Doherty, P. J. and T. Fowler. 1994. An empirical test of fecruitment limitation in coral reef fish. *Science* **263**:935 - 939.
- Grigg, R. W. 1994. Effects of sewage discharge, fishing pressure and habitat complexity on coral ecosystems and reef fishes in Hawaii. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **103**:25 - 34.
- Hixon, M. A. 1991. Predation as a process structuring coral reef fish communities. Pages 475-508 in : P.F. Sale (ed.) *The ecology of fishes on coral reefs*. Academic Press, San Diego.
- Hourigan, T.F., T.C. Tricas and E.S. Reese. 1988. Coral reef fishes as indicators of environmental stress in coral reefs. Pages 107-136 in: D. F. Soule and G.S. Keppel (eds.) *Marine Organisms as Indicators*. Springer-Verlag, New York.
- Jennings, S. and J.M. Lock. 1996. Population and ecosystem effects of reef fishing. In : N.V.C. Polunin and C.M. Roberts (eds.) *Reef fisheries*. Chapman and Hall,
- Jennings, S. and N.V.C. Polunin. 1996. The effects of fishing effort and catch rate on the structure and biomass of Fijian reef fish communities. *J. Appl. Ecol.* **33**:400 - 412.
- Jennings, S., E.G. Grandcourt and N.V.C. Polunin. 1995. Effects of fishing on the diversity, biomass and trophic structure of Seychelles' reef fish communities. *Coral Reefs* **14**:225 - 235.
- Jennings, S., D.P. Boullè and N.V.C. Polunin. 1996. Habitat correlates of the distribution and biomass of Seychelles' reef fishes. *Env. Biol. Fish* **46**:15 - 25.
- Jones, G.P. 1991. Postrecruitment processes in the ecology of coral reef fish populations : a multifactorial perspective. Pages 294-328 in: P.F. Sale (ed.) *The ecology of fishes on coral reefs*. Academic Press, San Diego.
- Kerfoot, W.C. and A. Sih. 1987. *Predation direct and indirect impacts on aquatic communities*. University Press of New England, Hanover, NH.
- Luckhurst, B.E. and K. Luckhurst. 1978. Analysis of the influence of substrate variables on coral reef fish communities. *Mar. Biol.* **49** :317-323.
- Munro, J.L. 1983. *Caribbean Coral Reef Fishery Resources*. 2<sup>nd</sup> ed. International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila,

- Philippines. 276 p.
- Munro, J.L. and D. McB. Williams. 1985. Assesment and management of coral reef fisheries: biological environmental and socioeconomic aspects. *Proc. Fourth Int Coral Reef Symp* 4:545 - 581.
- Polunin, N.V.C. and C.M. Roberts. 1993. Greater biomass and value of target coral-reef fishes in two small Caribbean marine reserves. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 100:167 - 176.
- Randall, J.E. 1967. Food habits of reef fishes of the West Indies. Pages 665-847 in : *Studies in Tropical Oceanography*. University of Miami of Marine Science. Miami.
- Roberts, C.M. and N.V.C. Polunin. 1991. Are marine reserves effective in management of reef fisheries ? *Rev. Fish Biol. Fish.* 1:65 - 91.
- Russ, G.R. 1985. Effects of protective management on coral reef fishes in the central Philippines. *Proc. 5th Int Coral Reef Congr.* 4:219 - 224.
- Russ, G.R. 1991. Coral reef fisheries : effects and yields. Pages 601-635 in : P.F. Sale (ed.) *The ecology of fishes on coral reefs*. Academic Press, San Diego.
- Russ, G.R. and A.C. Alcala. 1989. Effects of intense fishing pressure on an assemblage of coral reef fishes. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 56:13 - 27.
- Samoilys, M. 1978. Abundance and species richness of coral reef fish on the Kenyan coast : the effects of protective management and fishing. *Proc sixth Int. Coral Reef Symp* 2:261 - 266.
- ter Braak, C.J.F. 1987. Ordination. pages 91-173 in : R.H.G. Jongman, C. J. F. ter Braak and O.F.R. van Tongeren (eds.) *Data analysis in community and ladscape ecology*. Wageningen, The Netherlands.
- ter Braak, C.J.F. 1991. *Update notes : CANOCO version 3.1*. Agricultural Mathematics Group. Wageningen, The Netherlands.
- Tresher, R. E. 1983. Environmental correlates of the distribution of planktivorous fishes in the One Tree Reef Lagoon. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 10:137 - 145.
- Williams, D. McB. 1982. Patterns in the distribution of fish communities across the central Great Barrier Reef. *Coral Reefs* 1:35 - 43.