

Efectos de un Area Semiprotegida y No Protegida del Sur del Caribe Mexicano, sobre la Estructura Comunitaria de Peces Arrecifales

R. SALAZAR-MURGUÍA, C.F. GONZÁLEZ- SALAS
y J. E. ARIAS-GONZÁLEZ

*Lab. de Ecología de Ecosistemas de Arrecifes Coralinos
Dpto. Recursos del Mar, CINVESTAV-Mérida
B.P. 73, Cordemex, C.P. 97310
Mérida, Yucatán, México*

RESUMEN

Se caracterizó la estructura de las comunidades de peces de arrecife de coral en tres sitios ubicados al sur del Caribe Mexicano: dos de ellos (Boca Paila y Tampalam), ubicados dentro de un área de reserva (Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an), y uno fuera del área de reserva (Mahahual). En base a la aplicación de censos visuales en peces y la caracterización geomorfológica de cada arrecife, se compararon las diferencias en la composición ictiofaunística de cada asociación de grupos en determinadas zonas del arrecife, así como de cada sitio. Se registraron un total de 116 especies, de las cuales la mayor riqueza se dió en el arrecife Tampalam con 97 especies, Boca Paila con 86 especies y 73 especies en el arrecife de Mahahual; la mayor diversidad se presentó en Tampalam ($H' = 3.548$), seguida por Mahahual ($H' = 3.395$) y Boca Paila ($H' = 3.053$); así mismo la mayor biomasa reportada fue en el arrecife Tampalam (444 g/m^2) y principalmente se encontraron en la zona de la laguna y la cresta arrecifal. La comparación entre arrecifes, nos permitió hacer inferencias sobre los efectos de una posible pérdida de biodiversidad, debido al diferente manejo de estos sistemas, especialmente por algunas especies clave importantes en la actividad pesquera. Cabe destacar que la creación de un área protegida permite, entre otras cosas, garantizar la pesca de manera racional, sin llegar a la sobreexplotación de especies. En caso contrario, la actividad pesquera provocaría cambios en la composición de especies, en la abundancia de las poblaciones y en la talla de los individuos.

PALABRAS CLAVE: Arrecifes de Coral, Estructura de Comunidades, Peces, Reservas

The Effects Of Protected and Unprotected Areas Along The Caribbean Coast of Mexico on the Structure of Coral Reef Fish Communities

ABSTRACT

The structure of reef fish communities of three sites located in the

southern Mexican Caribbean was characterized; two sites (Boca Paila y Tampalam) are located within and one site (Mahahual) is located outside a protected area (Biosphere Reserve "Sian Ka'an"). Based on visual censuses and geomorphological characterization of each reef, the differences in the composition of the ichthyofauna between associated groups in determined reef zones as well as between each of the sites were compared. A total of 116 species was registered highest species richness in Tampalam Reef (97 species), followed by Boca Paila (86 species) and Mahahual (73 species). Highest species diversity was found in Tampalam ($H' = 3.548$), followed by Mahahual ($H' = 3.395$) and Boca Paila ($H' = 3.053$); Tampalam Reef also showed the highest biomass values (444 g/m^2), and they were mainly found on the lagoon zone and the crest reef. By comparing the reef we were able to draw conclusions about the effects of a possible loss of biodiversity due to differences in the management of these systems, especially concerning some important by species for fisheries. It is left to say that the creation of a protected area will, among other things, ensure reasonable fishery activities without overfishing of certain species without any control mechanisms, fishery activities result in changes in species composition, in the abundance of population and in sizes of the individuals.

KEY WORDS: Coral reefs, community structure, fishes, marine reserves

INTRODUCCION

Los peces juegan un papel importante en el funcionamiento de los ecosistemas de arrecifes coralinos. Ciertas especies clave son el principal componente de estos sistemas en términos de biomasa (Bohnsack, 1982) y pueden llegar a ser afectadas por actividades antropogénicas como la pesca. No obstante, la producción de peces, depende también del estado en el que se encuentran los arrecifes coralinos. El impacto que ciertas actividades antropogénicas generan, ya sea de forma directa o indirecta, inciden sobre la estructura de las comunidades de peces y otros organismos. Esto da como resultado una pérdida de grupos funcionales de especies, importantes en los procesos biológicos dados en los arrecifes coralinos, provocando en cascada efectos negativos de considerable importancia.

Las áreas marinas protegidas fueron creadas con el fin de conservar la producción de los peces (Roberts y Polunin, 1991). No obstante, el entendimiento sobre el funcionamiento de las comunidades de peces arrecifales dentro de las reservas marinas han sido poco estudiadas y su conocimiento es escaso. Por una parte, se han realizado diferentes estudios empíricos sobre la reacción de la producción de peces ante la protección de las pesquerías locales (Alcala, 1988; Roberts y Polunin, 1991; Jennings y Polunin 1995, 1996, 1997; Jennings *et al.*, 1996). Por otra parte, hasta el momento no se ha realizado

ningún estudio en lo referente a la variación de las comunidades de peces en función de un gradiente arrecifal dentro y fuera de las reservas marinas que implican arrecifes coralinos del Caribe Mexicano.

El Estado de Quintana Roo, México, es el único lugar en el Mar Caribe que cuenta con 12 áreas protegidas legalmente, 9 de las cuales incluyen o fueron establecidas por sus atractivos costeros (Salazar-Vallejo y González, 1993). La mayor área protegida de este Estado corresponde a la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an. La Reserva de Sian Ka'an se caracteriza por tener un ambiente acuático o marino con lagunas, cenotes, manglares, playas arenosas, pastizales y arrecifes de coral en buen estado de desarrollo. Actualmente cuenta con pescadores de tiempo completo, que extraen langosta, caracol y varias especies migrantes o residentes de peces. En la reserva habita una escasa densidad poblacional (0.25 hab/km²), la cual procura que el entorno se mantenga bien conservado. En Sian Ka'an existen 4 cenotes y 18 lagunas, las cuales permiten la existencia de varias especies de peces continentales. Por lo tanto, se considera que los peces de la reserva requieren de un manejo dirigido a su conservación. Aunque algunas reservas en México comprenden sólidos programas de investigación, la mayoría carecen de un enfoque sistemático.

Como una etapa inicial, dirigida hacia el entendimiento funcional de los arrecifes coralinos dentro y fuera de áreas protegidas, nos planteamos como objetivo preliminar caracterizar la estructura de las comunidades de peces arrecifales en tres sitios ubicados al sur del Caribe Mexicano: dos de ellos (Boca Paila y Tampalam), ubicados dentro de un área de reserva (Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an), y uno fuera del área de reserva (Mahahual). El considerar como tema el efecto de un área de reserva, fue con la finalidad de abrir una oportunidad científica para el entendimiento básico de los arrecifes coralinos dentro de áreas protegidas, y de esta forma darle continuidad a tales estudios. El obtener una amplia información sistemática sobre la taxonomía, biología y ecología de peces arrecifales, así como su papel funcional dentro del sistema, servirá también, como marco de referencia para investigaciones futuras de carácter comparativo, entre áreas protegidas y no protegidas.

MATERIALES Y METODOS

Se realizaron muestreos diurnos en arrecifes correspondientes a la región del Caribe Mexicano, Boca Paila (20° 02' N y 87° 28' W), Tampalam (19° 08' N y 87° 32' W) y Mahahual (18° 42' N y 87° 42' W), entre los meses de marzo y mayo de 1997 (Figura 1).

Cada sitio fue seleccionado y geoposicionado. De esta manera se realizó un registro cualitativo de la geomorfología del fondo (arena, corales, algas, escombros, etc.); así como un registro cuantitativo de peces por medio de la técnica de nado aleatorio. Esta técnica proporciona buena información sobre

abundancia relativa y riqueza de especies (Jones y Thompson, 1978). La aplicación de esta técnica consistió en marcar un perfil de la línea de costa a la pendiente arrecifal, el perfil se dividió en estaciones de 50 x 200 m y se aplicó un censo visual de peces en un tiempo de 20 minutos. En el complejo arrecifal de Tampalam, se establecieron 18 estaciones que abarcaron una longitud de 1,725 m. En Boca Paila se establecieron 19 estaciones con una longitud total de 1,860 m, y finalmente en Mahahual se establecieron 13 estaciones con una longitud total de 1,020 m. La identificación de peces en zonas someras se efectuó mediante buceo libre y para zonas más profundas (22 m), se utilizó buceo autónomo. La toma de datos se registró en hojas previamente diseñadas, en las cuales se anotaron la presencia-ausencia de las especies, conteo de los individuos y la talla en cm correspondiente a cada especie y basada en cinco categorías: I: 1-10, II: 11-20, III: 21-30, IV: 31-40 y V: 41-100.

El análisis de la estructura de la comunidad se evaluó a partir del método que agrupa datos de múltiples especies por aglomeración jerárquica (Legendre, 1983). La matriz de similaridad de los datos de presencia-ausencia fueron tratados con el coeficiente de similaridad de Jaccard. Así mismo, se calculó la diversidad (la cual se considera como el número de individuos de cada especie con respecto al número total de individuos de las especies censadas; diversidad numérica; Shannon y Weaver, 1963) y la riqueza de especies, definida como el número total de especies en una comunidad (Margalef, 1958).

RESULTADOS

A partir de los perfiles establecidos en cada uno de los sitios de estudio, se registraron un total de 116 especies de peces de arrecifes de coral pertenecientes a 35 familias. Las familias más importantes fueron la Acanthuridae (3 especies), Chaetodontidae (4 especies), Haemulidae (13 especies), Pomacentridae (10 especies), Lutjanidae (6 especies), Labridae (9 especies) y Scaridae (10 especies). La mayor diversidad registrada fue en el arrecife de Tampalam ($H' = 3.548$), le siguió el arrecife de Mahahual ($H' = 3.395$) y después el de Boca Paila ($H' = 3.053$). La mayor riqueza presente se encontró también en el arrecife de Tampalam (97 especies pertenecientes a 31 familias), seguido del arrecife de Boca Paila (86 especies pertenecientes a 29 familias) y Mahahual (73 especies pertenecientes a 21 familias). Así mismo, la biomasa total fue mayor en el arrecife de Tampalam (444 g/m²), seguida de Mahahual (288 g/m²) y finalmente Boca Paila (270 g/m²).

En términos generales se determinaron cinco zonas geomorfológicas tipo: la laguna, el arrecife posterior; la cresta arrecifal, el frente y la pendiente arrecifal.

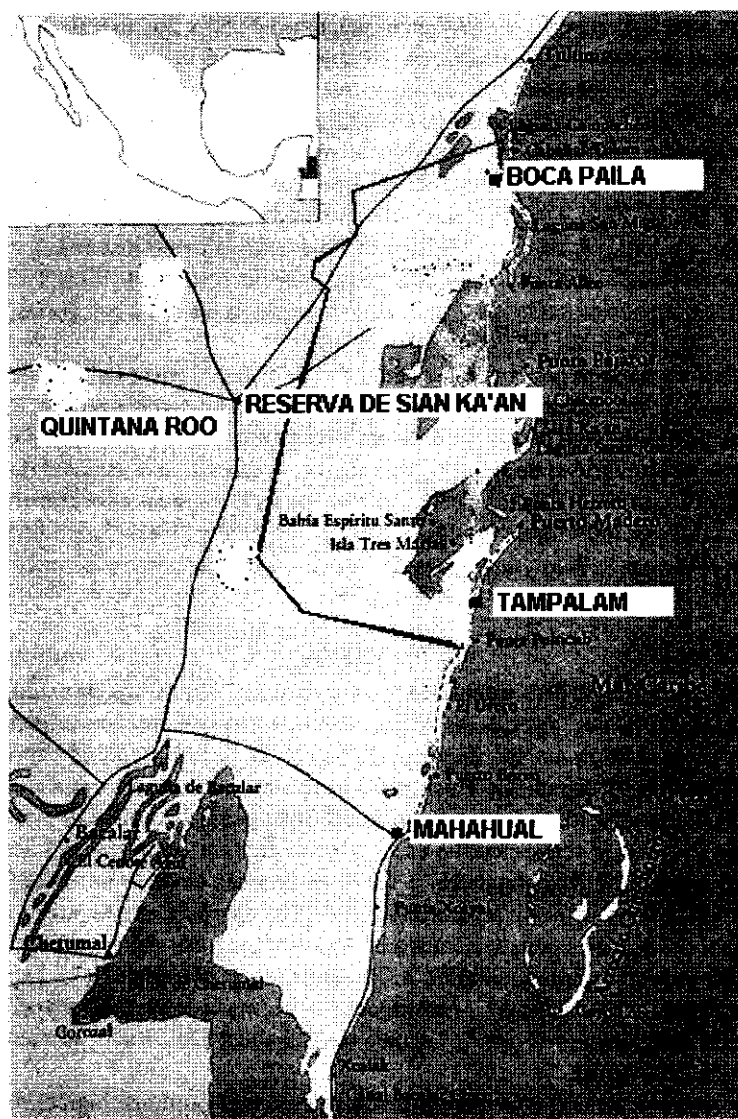


Figura 1. Mapa de la zona de estudio

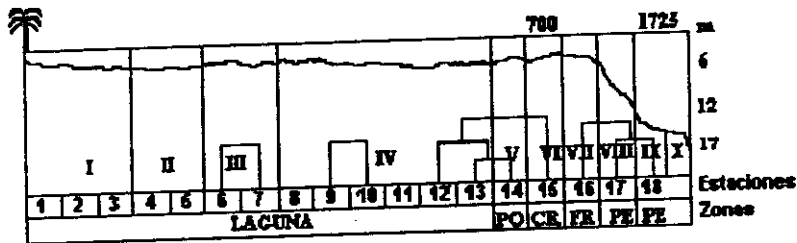


Figura 2. Zonación geomorfológica y estaciones de muestreo en el arrecife de Tampalam. I. Acumulación de arena II. Acumulación de arena pastos, guijarros y algas III. Acumulación de arena, cabezos pequeños y pastos. IV. Sustrato arenoso, corales masivos, ramosos y gorgonias. V. Sustrato arenoso, manchones de coral ramoso y pastos. VI. Corales masivos y ramosos. VII. Corales ramosos e incrustantes. VIII, IX y X. Sistema de cordilleras, estructuras de coral de 3 m aproximadamente, canales de arena.

Simbología: PO=Posterior, CR=Cresta, FR=Frente, PE=Pendiente

Tampalam

En base a la determinación de las cinco zonas geomorfológicas (Figura.2), se asociaron cuatro comunidades a un nivel del 40% de similaridad (Figura 3). En las estaciones 6 y 7, así como en la 9 y 10, correspondientes a la zona de la laguna, se encontraron valores variados de biomasa y talla (Tabla 1), referentes a las características particulares de su hábitat. El mayor aporte de biomasa correspondió a la comunidad representada por las estaciones 6 y 7, las principales especies aportadoras de biomasa fueron: *Acanthurus coeruleus*, *Haemulon plumieri*, *H. sciurus*, *H. flavolineatum* y *Abudefduf saxatilis*. La comunidad formado por las estaciones 12, 13, 14 y 15, correspondientes a una parte de la laguna y a las zonas del arrecife posterior y cresta presentó una alta densidad, así como un alto valor de biomasa. Las especies que aportaron el más alto valor de biomasa fueron: *Microspathodon chrysurus*, *Acanthurus coeruleus* y *A. bahianus*. La comunidad formada por las estaciones 16, 17 y 18 (zona del frente y pendiente arrecifal), presentó el más alto valor de biomasa y talla promedio de todas las comunidades del perfil arrecifal (Tabla 2). Las principales familias que representan este arrecife son: Pomacentridae, Acanthuridae, Lutjanidae, Mullidae

y Haemulidae.

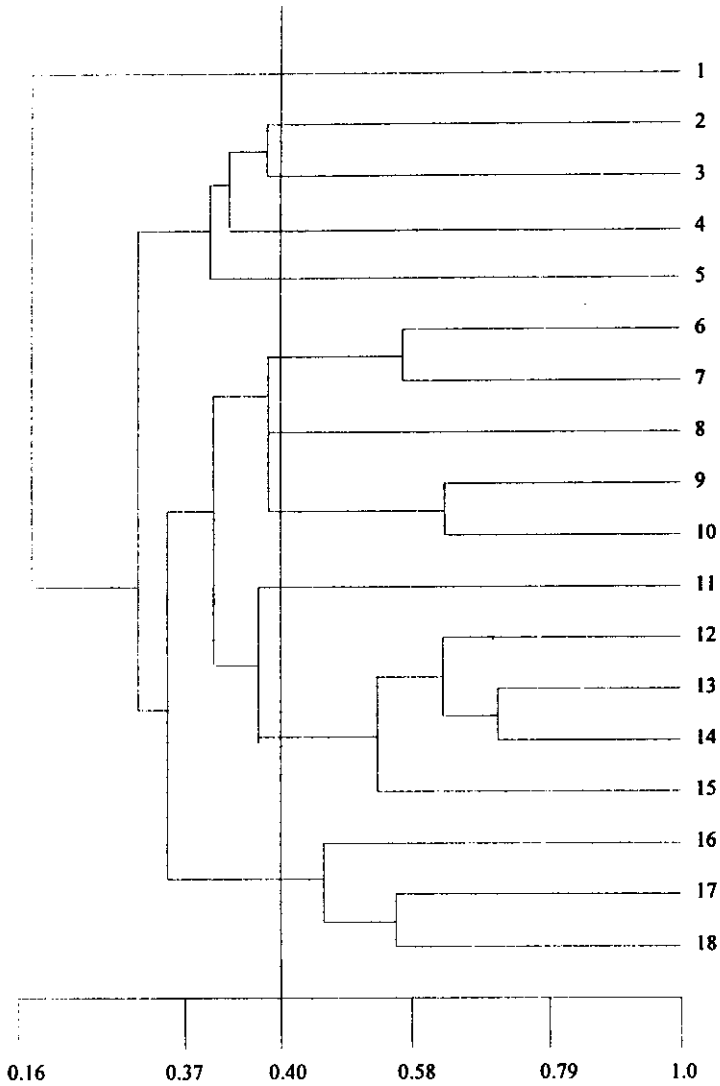


Figura 3. Dendrograma del perfil de Tampalam

Tabla 1. Familia y número de especies de peces observados en los arrecifes de Tampalam, Mahahual y Boca Paila

Familia	Tampalam	Mahahual	Boca Paila
Chaetodontidae	3	3	3
Pomacanthidae	4	4	4
Acanthuridae	3	3	3
Carangidae	2	1	3
Sparidae	1	-	2
Kyphosidae	1	1	1
Gerridae	1	1	1
Sphyrnaenidae	1	-	1
Scombridae	-	-	1
Belontiidae	1	-	-
Lutjanidae	6	6	6
Haemulidae	13	7	6
Pomacentridae	10	8	10
Serranidae	5	5	7
Grammidae	1	1	1
Scaridae	10	9	9
Labridae	9	10	10

Tabla 1. (continued)

Familia	Tampalam	Mahahual	Boca Paila
Apogonidae	-	-	1
Holocentridae	2	3	4
Gobiidae	3	3	2
Clinidae	1	1	1
Blennidae	1	-	-
Bothidae	1	-	-
Aulostomidae	1	1	-
Malacanthidae	1	-	1
Tetraodontidae	2	1	1
Ostracidae	4	2	1
Ballistidae	1	-	2
Mullidae	2	2	2
Sciaenidae	2	-	1
Muraenidae	-	1	-
Congridae	-	-	1
Torpedinidae	2	-	1
Dasyatidae	1	-	-
Urolophidae	1	-	1

Boca Paila

En base a la determinación de las cinco zonas geomorfológicas (Figura 4), se asociaron tres comunidades a un nivel del 40% de similaridad (Figura 5). Dos comunidades correspondientes a la zona de la laguna, formados por las estaciones 5, 6, 7, 8 y 9; este grupo fue representado por las especies: *Haemulon plumieri* y *Halichoeres bivittatus*. Así como las estaciones 10 y 11, representada por las especies: *Haemulon plumieri*, *Acanthurus bahianus* y *Halichoeres bivittatus*. Ambas comunidades presentaron marcadas variaciones en cuanto a valores de biomasa y talla (Tabla 2). Cabe destacar que la comunidad de la estación 14, representada principalmente por las especies *Lutjanus analis*, *Halichoeres bivittatus* y *Acanthurus chirurgus*, tuvo el mayor aporte en biomasa en relación al resto de las comunidades de la zona de la laguna. La tercera comunidad, correspondiente a la cresta, frente y pendiente arrecifal, formada por las estaciones 16, 17 y 18, fue en donde se encontraron los mayores valores de biomasa, así como de número de individuos. Las especies que la representaron fueron: *Sparisoma viridae*, *S. aurofrenatum*, *S. rubripine*, *Acanthurus coeruleus*, *A. bahianus* y *Haemulon sciurus*. Las principales familias que representan este arrecife son: Acanthuridae, Carangidae, Haemulidae, Scaridae, Lutjanidae, Labridae, Balistidae y Mullidae.

Mahahual

En base a la determinación de las cinco zonas geomorfológicas (Figura 6), del arrecife de Mahahual, se asoció una comunidad a un nivel del 40% de similaridad (Figura 7). Dicha comunidad correspondió a la zona de la laguna (estaciones 7 y 8). Esta comunidad fue la que presentó el mayor aporte de biomasa dentro de la zona de la laguna (Tabla 3). Las especies que principalmente la representaron fueron: *Stegastes diencaeus*, *S. variabilis*, *Haemulon sciurus*, *Microspathodon chrysurus* y *Abudefduf saxatilis*. La comunidad representada por la estación 13, correspondiente a la pendiente más profunda (22 m), tuvo también un alto aporte de biomasa, así como en el número de individuos (Tabla 3). Se destaca, que las comunidades de la estación 3 y 4, correspondientes a la zona de la laguna, tuvieron el menor aporte de biomasa y talla promedio, así como de individuos. La principal especie que representó esta comunidad fue: *Stegastes variabilis*. En general, las principales familias que representaron el arrecife de Mahahual son: Scaridae, Pomacentridae, Haemulidae y Labridae.

DISCUSION

Los resultados muestran que la composición ictiofaunística de cada sitio

estudiado presenta características propias de biomasa y densidad en cada una de las zonas del arrecife. Esto comprueba la preferencia que tienen algunas comunidades de peces a determinado hábitat, lo que les permite guardar una estrecha relación con el área geográfica, la morfología del arrecife y un patrón de régimen de corrientes y profundidad (Thresher and Colin, 1986; Gladfelter *et al.*, 1989; Sale, 1991; Letourneur, 1996). Este mecanismo permite el mantenimiento de una gran diversidad de las comunidades de peces.

DENTRO DE SITIOS

Laguna

La biomasa dada en las diferentes zonas del arrecife varían, aparentemente, de acuerdo a los refugios disponibles. En la zona de la laguna, los refugios son escasos y están constituidos principalmente por pequeños parches de pastos, algas o corales. Pudo observarse que los grupos asociados a esta zona cuentan con una amplia variedad de microhábitats. En el arrecife de Tampalam, el mayor aporte de biomasa se debió a la disponibilidad de refugios (cabezos pequeños, corales masivos y ramosos) principalmente. Esta característica geomorfológica permite a los peces protegerse de sus depredadores, alimentarse y en algunos casos reclutarse. El caso contrario se encontró en la zona de la laguna de Boca Paila. Esta zona cuenta con varias áreas de acumulación de arena y algunos parches de algas y pastos. Las tallas presentes, muestran que las especies no son residentes, sino que únicamente entran a esta zona para alimentarse, por lo que el aporte de biomasa se exporta a áreas adyacentes. Cabe destacar, que los peces de esta zona son generalmente consumidores primarios (se alimentan de algas), entre los que predominan por su abundancia, algunas especies de la familia Acanthuridae, Scaridae y Pomacentridae, las cuales constituyen la más alta biomasa íctica. Esto ha sido demostrado en otros sistemas arrecifales del Mar del Caribe (Claro, 1994). Los peces residentes que aquí habitan, se caracterizan por ser territorialistas sobre todo en época de reproducción y son generalmente de tallas pequeñas. Esto se demuestra en las tallas obtenidas (I y II) para los tres sitios correspondientes a esta zona. Sin embargo, se encontraron en esta zona comunidades con especies de tallas más grandes (III y IV), las cuales presumiblemente no tienen un refugio fijo dentro de esta zona y únicamente merodean el área con la finalidad de alimentarse.

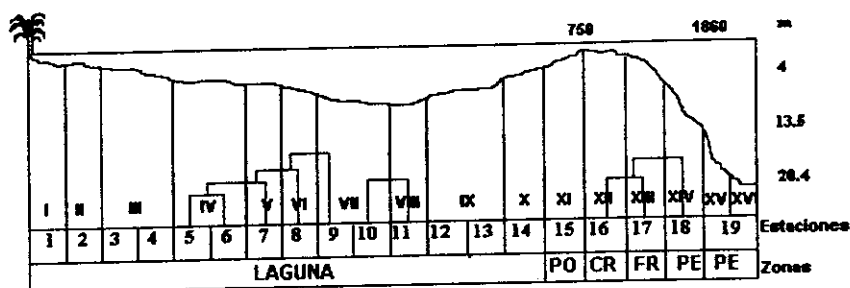


Figura 4. Zonación geomorfológica y estaciones de muestreo en el arrecife de Boca Paila. I. Acumulación de arena. II. Acumulación de arena, manchones de algas. III. Parches de arena, parches de pastos. IV. Arena, pastos, algas. V. Arena, algas, pastos y guijarros. VI. Arena, algas, manchones de pastos. VII. Arena, algas, rocas y guijarros. VIII. Acumulación de arena. IX. Arena, lagas y parches de piedra. X. Acumulación de arena. XI. Manchones de coral y pastos, manchones de raena. XII. Estructuras desarrolladas de coral, no continuas. XIII. No está bien definida la cordillera. XIV. Canales pequeños de arena, presencia de guijarros. XV y XVI. Sistema de cordilleras, estructuras de coral de 3 a 4 m, con corales incrustantes y ramosos, gorgonias, algas y guijarros.

Simbología: PO = Posterior, CR = Cresta, FR = Frente, PE = Pendiente

Otras zonas

En las zonas del arrecife posterior y de la cresta, existe un mayor número de oquedades y cabezos más grandes, lo que proporciona a los peces una diversificación de los refugios, importantes para llevar a cabo sus procesos funcionales. En estas zonas predominan peces de talla mediana, aquí se reportaron tallas de las categorías (II y III). En estas zonas, los peces utilizan el arrecife para refugiarse por el día y salen a alimentarse por la noche. El aporte de biomasa fue muy variable entre los tres sitios, aunque se puede decir que el alto aporte se dio principalmente en el arrecife de Tampalam y Boca Paila. La menor biomasa obtenida en el arrecife de Mahahual puede deberse a que los peces registrados en este arrecife fueron de menor tamaño (I).

En la zona correspondiente al frente y la pendiente arrecifal, las especies se distribuyen homogéneamente, ya que disponen de una gran área con refugios, que les permiten protegerse de sus depredadores, así como una mayor disponibilidad

Proceedings of the 50th Gulf and Caribbean Fisheries Institute

del alimento. En estas zonas se registraron especies con menor número de individuos y mayor tamaño (II, III y IV). Esto resulta en un mayor aporte de biomasa, principalmente en el arrecife de Tampalam y Mahahual. Se encuentran principalmente las familias Pomacentridae, Lutjanidae, Scaridae, Holocentridae, y Mullidae.

Tabla 2. Resultados generales de estudio del Arrecife Tampalam

Estaciones	# especies	Individuos	Biomasa (g/m ²)	Talla
1	9	25	1.28	5.5
2	18	58	10.7	26
3	24	69	3.0	11.9
4	24	11	6.6	14
5	17	79	3.5	15.5
6	19			
7	28	424	36.87	15.5
8	29	152	15.3	24.1
9	21			
10	25	209	24.8	29.8
11	24	109	5.7	5.5
12	26			
13	27			
14	28	1039	165.75	11.25
15	45			
16	38			
17	49	939	171.1	18.4
18	45			

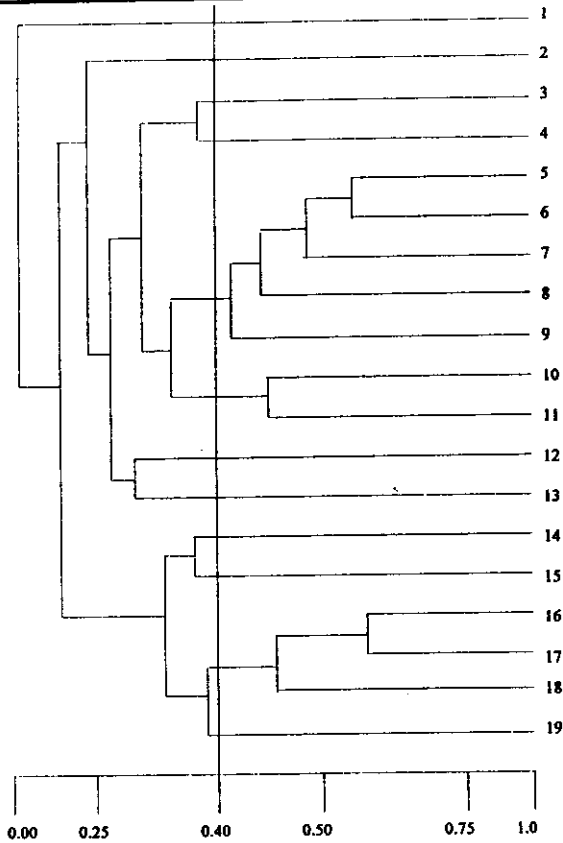


Figura 5. Dendrograma del perfil de Boca Paila.

Entre sitios

En general, el mayor aporte de biomasa entre los tres arrecifes estudiados, se encontró en el arrecife de Tampalam. En este, la zona de la cresta arrecifal es la de mayor aporte. Este sitio fue el más diverso y con una mayor riqueza de especies. El arrecife de Boca Paila, presentó también un mayor aporte de biomasa en la cresta arrecifal. En tanto que para en el arrecife de Mahahual, el aporte de biomasa fue mayor en la pendiente (22 m de profundidad). Las características del hábitat arrecifal y la ubicación geográfica, pueden tener una marcada influencia sobre la estructura de las comunidades de peces (Jennings and Polunin, 1997). Esto se observó en los tres sitios de estudio, sobre todo en los que se ubican dentro de la Reserva de Sian Ka'an, ya que en estos sistemas la laguna tiene una mayor extensión, lo que se se ve reflejado por los grandes aportes de biomasa. Russ and Alcalá (1989), sugiere que para observar la presión

Proceedings of the 50th Gulf and Caribbean Fisheries Institute

de pesca sobre la estructura de comunidades de peces arrecifales, es necesario emplear principalmente métodos adecuados de muestreo y alargar los tiempos de estudio, y no basarse unicamente en medidas de riqueza de especies obtenidas. En este sentido, las diferencias encontradas entre los arrecifes podrían deberse no necesariamente al factor presión de pesca, sino fundamentalmente a las características propias de cada arrecife. Con el objeto de fortalecer los resultados obtenidos en este estudio y las diferencias observadas entre los arrecifes estudiados, sería necesario replicar los perfiles arrecifales dentro de cada complejo arrecifal y aproximar las distancia entre los arrecifes estudiados. Paralelamente a esto, tienen que desarrollarse estudios dirigidos hacia la cuantificación de la intensidad de pesca; como hacer muestreos puntuales en los sitios específicos de pesca.

Tabla 3. Resultados generales de estudio del Arrecife Boca Paila

Estaciones #	especies	Individuos	Biomasa (g/m²)	Talla
1	0	0	0	0
2	10	285	2.47	10.5
3	18	116	5.51	25.5
4	20	134	9.75	20.5
5	22			
6	28			
7	18	914	23.4	24.5
8	29			
9	21			
10	12	240	14.5	15.5
11	13			
12	15	291	1.4	15.5
13	33	120	13.9	25.5
14	31	193	49.1	15.5
15	35	85	39.6	25.5
16	34			
17	34	936	95.4	25.5
18	40			
19	49	515	25.6	15.5

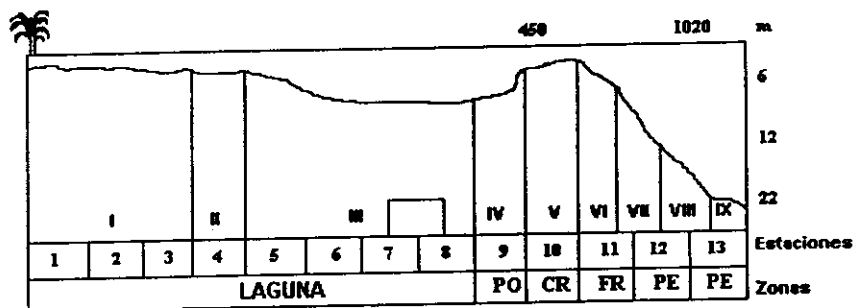


Figura 6. Zonación geomorfológica y estaciones de muestreo en el arrecife de Mahahual. I. Acumulación de arena y pastos. II. Arena, algas, corales incrustantes, gorgonias. III. Acumulación de arena y pastos, parches pequeños de coral y gorgonias. IV. Estructuras de coral más grandes, cabezos, guijarros y arena. V. Grandes estructuras de coral, corales ramosos, corales incrustantes, arena y guijarros. VI. Grandes estructuras de coral, corales ramosos e incrustantes. VII, VIII y IX. Sistema de cordilleras, estructuras de coral de 3 m, canales de arena.

Simbología: PO = Posterior, CR = Cresta, FR = Frente, PE = Pendiente

Tabla 4. Resultados generales de estudio del Arrecife Mahahual

Estaciones #	especies	Individuos	Biomasa (g/m ²)	Talla
1	14	67	3.9	5.5
2	19	143	9.8	15.5
3	3	5	0.14	5.5
4	6	24	0.3	5.5
5	22	161	14.8	24.5
6	16	61	6.7	9.5
7	26	276	37.4	20.5
8	22			
9	28	335	28.8	8.7
10	28	283	49.0	19.9
11	38	258	46.7	14.9
12	30	346	29.1	23.5
13	30	245	61.6	43.5

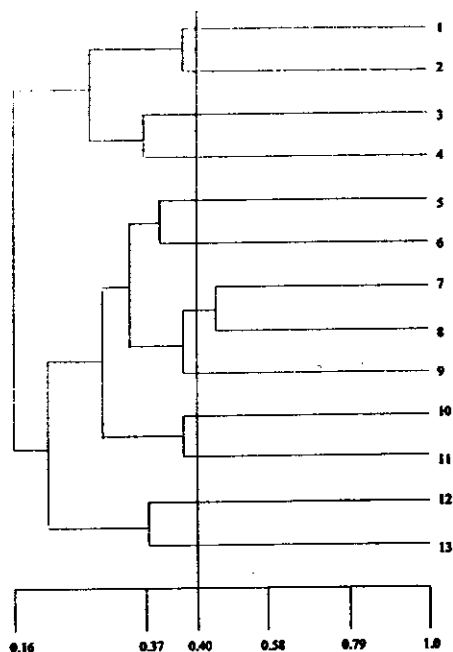


Figura 7. Dendrograma del perfil de Mahahual.

AGRADECIMIENTOS

El presente proyecto es financiado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México (CONACyT). Proyecto No. 2223 PN.

LITERATURA CITADA

- Alevizon, W., R. Richardson, P. Pitts and G. Serviss. 1985. Coral zonation and patterns of community structure in Bahamian reef fishes. *Bull. Mar. Sci.* **36** (2):304 - 318.
- Bohnsack, J.A. 1982. The effects of piscivorous predator removal on coral reef fish community structure. Pages 258 - 267 in: *Gutshop: Third Pacific Technical Workshop Fish Food Habits Studies*. Washington Sea Grant Publication.
- Claro, R. 1994. Ecología de los peces marinos. Instituto de Oceanología. Academia de Ciencia de Cuba. Centro de Investigaciones de Quintana Roo (CIQRO) México. 525 p.
- Galdfelter, W.B., J.C. Ogden and E.H. Gladfelter. 1980. Similarity and diversity among coral reef fish communities: a comparison between Tropical Western Atlantic (Virgin Islands) and Tropical Central Pacific (Marshall

- Islands) patch reefs. *Ecology* **61**(5):1156 - 1168.
- Jennings S., Marshall SS., Polunin N.V.C. 1996. Seychelles marine protected areas: comparative structure and status of reef fish communities. *Biol. Cons.* **75**:201 - 209.
- Jennings S., Polunin N.V.C., 1996a. Impacts of fishing on tropical reef ecosystems. *Ambio* **25**:44 - 49.
- Jennings S., and Polunin N.V.C. 1996b. The effects of fishing effort and catch rate on the structure and biomass of Fijian reef fish communities. *Jour. Appl. Ecol.* **33**:400 - 412.
- Jennings S and Polunin N.V.C. 1997. Impacts of predator depletion by fishing on the biomass and diversity of non-target reef fish communities. *Coral Reefs* **16**:71 - 82.
- Legendre, L., P. Legendre. 1983. *Numerical ecology developments in environmental modelling 3*. Elsevier, Amsterdam.
- Letourneur, Y. 1996. Dynamics of fishes communities on Reunion fringing reefs, Indian Ocean. I. Patterns of spatial distribution. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **195**:1 - 30.
- Roberts, C. M. and N.V.C. Polunin. 1991. Are marine reserves effective in management of reef fisheries? *Review Fisheries Biology* **1**:65 - 91.
- Russ, G.R. and A.C. Alcala. 1989. Effects of intense fishing pressure on an assemblage of coral reef fishes. *Marine Ecology Progress Series* **56**:13 - 27.
- Salazar-Vallejo S.I. 1993. Areas costeras protegidas de Quintana Roo. Paginas 68-708 en: S.I., Salazar-Vallejo and N.E. González (eds.) Biodiversidad Marina y Costera de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Aprovechamiento de la Biodiversidad (CONABIO) y Centro de Investigaciones de Quintana Roo (CIQRO).
- Thresher, R.E. and P.L. Colin. 1986. Trophic structure, diversity and abundance of fishes of the deep reef (30 - 300 m) at Enewetak, Marshall Islands. *Bull. Mar. Sci.* **38**(1):253 - 272.