

# Diversidad, estructura y variación temporal del ensamble de peces asociados al arrecife coralino de Playa Mora, Bahía de Tenacatita, México

## Diversity, structure, and temporal variation of fish assemblages associated to Playa Mora coral reef, Tenacatita Bay, Mexico

Cristian Moisés Galván-Villa,<sup>1</sup> Ernesto López-Uriarte<sup>1</sup> y José Luís Arreola-Robles<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Ecosistemas Marinos y Acuicultura, Departamento de Ecología, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara (CUCBA-UDG). Carretera a Nogales Km. 15.5, Las Agujas Nextipac, Zapopan, Jalisco. 45110. México

<sup>2</sup>Instituto Tecnológico de Monterrey, Campus Guadalajara (ITESM-GDL). Ave. General Ramón Corona #2514, Col. Nuevo México, Zapopan, Jalisco. 45201.  
e-mail: gvc07765@cucba.udg.mx

---

Galván-Villa C. M., E. López-Uriarte y J. L. Arreola-Robles. 2011. Diversidad, estructura y variación temporal del ensamble de peces asociados al arrecife coralino de Playa Mora, Bahía de Tenacatita, México. *Hidrobiológica* 21(2): 135-146.

### RESUMEN

En este estudio se describe la estructura y variación temporal del ensamble de peces asociados al arrecife coralino de Playa Mora, Jalisco, México. El registro de especies se realizó mediante censos visuales en banda de 50 x 5 m, en tres diferentes épocas del año (templado-seca, cálido-húmeda y cálido-seca). Se registró un total de 5,689 peces de 64 especies. Las familias mejor representadas por su riqueza de especies fueron Labridae (7) y Pomacentridae (6). Mediante el índice de valor biológico se determinó que las especies dominantes fueron *Thalassoma lucasanum*, *Stegastes acapulcoensis*, *Microspathodon dorsalis* y *Prionurus punctatus*. Los ensambles de peces por riqueza específica y grupos tróficos presentaron cambios temporales. La época templado-seca presentó la mayor riqueza y abundancia de peces. La composición por categorías tróficas estuvo representada principalmente por peces carnívoros, los cuales fueron dominantes en el arrecife. Las especies carnívoras, carnívoras coralívoras, coralívoras obligadas, herbívoras, zooplanctívoras y parasíticas estuvieron mejor representadas en la época templada, mientras que las omnívoras aumentaron en la cálida.

**Palabras clave:** Ictiofauna, diversidad, arrecife coralino, grupos tróficos, Pacífico mexicano.

### ABSTRACT

This study describes the structure and temporal variation of fish assemblages associated with Playa Mora coral reef, Jalisco, México. The species present were recorded with visual censuses along transects of 50 x 5 m, in three different seasons of the year (temperate-dry, warm-rainy, and warm-dry). A total of 5,689 fishes of 64 species were recorded. The best represented families according to species richness were Labridae (7) and Pomacentridae (6). The biological value index determined that *Thalassoma lucasanum*, *Stegastes acapulcoensis*, *Microspathodon dorsalis*, and *Prionurus punctatus* were the dominant species. The fish assemblages by specific richness and trophic groups displayed temporal changes. The temperate-dry season presented the greatest richness and abundance of fish. The trophic category composition was mainly represented by carnivorous fish, which were dominant in the reef. The carnivorous, carnivorous-coralivores, obligate coralivores, herbivorous, zooplanktivorous, and parasitic species were better represented in the temperate-dry season, while the omnivores increased in the warm season.

**Key words:** Ichthyofauna, diversity, coral reef, trophic groups, Mexican Pacific.

## INTRODUCCIÓN

Uno de los principales componentes de los arrecifes de coral son los peces, los cuales dependen en gran medida de los beneficios que las formaciones coralinas les proporcionan para su desarrollo y supervivencia (Choat & Bellwood, 1991); además, de los beneficios que ellos mismos pueden ofrecer a los corales.

La complejidad estructural de los arrecifes de coral es considerado uno de los factores más importantes en la organización de los ensamblajes de peces (Beck, 1998). Estos hábitats proporcionan áreas de refugio contra depredadores para muchas especies de peces, principalmente las de tallas pequeñas y generan una fuente de alimento constituida principalmente por invertebrados bentónicos y macroalgas (Bellwood & Wainwright, 2002). También constituyen sitios naturales exclusivos para la reproducción, donde los nuevos reclutas encuentran la protección y el alimento necesario para su rápido crecimiento (Lowe-McConnell, 1987).

La diversidad de peces en los arrecifes resulta en gran parte a procesos inter-específicos como por ejemplo la especialización trófica (Anderson *et al.*, 1981). La dinámica de los grupos tróficos influye de manera importante en el funcionamiento de las comunidades, controlando la estructura específica y abundancia de consumidores a través de la competencia y depredación, y contribuyendo en el flujo energético en los ecosistemas (Medina *et al.*, 2004). Los hábitos alimenticios proveen información esencial para la descripción de los ensamblajes de peces y para el desarrollo de planes de manejo de reservas marinas (Loreto *et al.*, 2003).

Además de los aspectos físicos y biológicos, se ha encontrado que la temporalidad es importante en la explicación de los cambios en la presencia y abundancia de los peces asociados a arrecifes de coral (Sale & Douglas, 1984). Estos cambios temporales están asociados a factores como el grado de exposición a corrientes superficiales, oleaje y características fisicoquímicas del ambiente durante un ciclo anual (Williams, 1991). Eventos catastróficos como huracanes, fenómenos climáticos anormales e infestaciones de otras especies, pueden cambiar no solo la estructura del ensamblaje de peces, sino también la estructura de la comunidad general de los arrecifes (Ault & Johnson, 1998).

La presencia de arrecifes de coral en el Pacífico mexicano es escasa; sin embargo, algunos estudios han demostrado que el número de formaciones coralinas a lo largo de la costa oeste de México es considerable (Horta-Puga & Carricart-Ganivet, 1993; Reyes-Bonilla, 1993). Las zonas coralinas más importantes del Pacífico mexicano se encuentran en el Golfo de California, principalmente en la costa de Baja California Sur, donde destaca Cabo Pulmo considerado el principal arrecife de la zona y el más diverso con unas 236 especies de peces (Villarreal-Cavazos *et al.*, 2000). En otras formaciones de menor tamaño como en las Islas Marietas, Nayarit, la riqueza de peces se estima en 47 especies (Solís-Gil & Jiménez-Quiroz, 2006) y en las bahías de Huatulco,

Oaxaca con 64 especies (Ramírez-Gutiérrez *et al.*, 2007). Las diferencias en riqueza de especies entre estos sitios son en gran medida el reflejo de los diferentes esfuerzos de muestreo que se ha realizado dentro del Golfo de California.

En la costa de Jalisco las zonas con cobertura coralina son pocas y se encuentran de manera discontinua a lo largo del margen costero formando pequeños arrecifes localizados en Bahía de Banderas y Cabo Corrientes, Bahía de Chamela y Bahía de Tenacatita (Reyes-Bonilla, 1993; López-Urriarte & Ríos-Jara, 2004). De estas últimas, la Bahía de Tenacatita se reconoce como uno de los principales destinos turísticos de la costa de Jalisco. Esto repercute en la estabilidad de los ecosistemas naturales por la intensidad de las actividades recreativas como el buceo, la pesca y los paseos en bote (Richmond, 1993). Al norte de la bahía se encuentra Playa Mora considerado un pequeño arrecife costero, el cual debido a su cercanía a la costa y sus características fisiográficas es muy susceptible a afectaciones por actividades humanas así como por fenómenos de origen natural como las tormentas tropicales periódicas y los fenómenos interanuales de las últimas décadas (Niño 97-98 y posteriores). A pesar de lo anterior el arrecife cuenta con una importante cobertura de coral vivo, por lo que resulta de gran importancia realizar investigaciones sobre la diversidad que se concentra en él y un monitoreo de su estado. El objetivo principal de este trabajo fue el describir la diversidad específica, los grupos tróficos y cómo se estructura en una escala temporal el ensamblaje de peces asociado al arrecife coralino de Playa Mora en la costa de Jalisco.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Área de estudio.** Playa Mora es una ensenada con una longitud de poco más de medio kilómetro que se localiza en la punta noroeste de la Bahía de Tenacatita (19° 16'43" N y 104° 52'16" O) (Fig. 1). Frente a la playa se localiza un pequeño arrecife coralino costero dividido en dos barras paralelas a la costa y separados por una barra de arena. La barra de mayor dimensión, tiene una extensión cercana a los 300 m de largo y un máximo de 62 m de ancho. La barra norte presenta 210 m de largo y hasta 30 m de ancho; y aunque de menor longitud, tiene una altura promedio de 1.72 m, con un máximo de 3.20 m y un mínimo de 0.85 m. Los corales dominantes del arrecife son especies con crecimiento ramificado del género *Pocillopora* (*P. capitata*, *P. damicornis*, *P. meandrina* y *P. verrucosa*) y en menor medida especies incrustantes de las familias Poritidae (*Porites panamensis*) y Agariciidae (*Pavona gigantea*) (López-Urriarte & Ríos-Jara, 2004).

**Obtención de datos.** Para el registro de peces se realizaron censos visuales diurnos entre las 10:00 y 16:00 horas, durante los meses de noviembre de 2002; marzo, julio, diciembre de 2003 y abril de 2004. Los censos se realizaron por un mismo buzo mediante transectos al azar de 50 × 5 m (English *et al.*, 1997), dispuestos

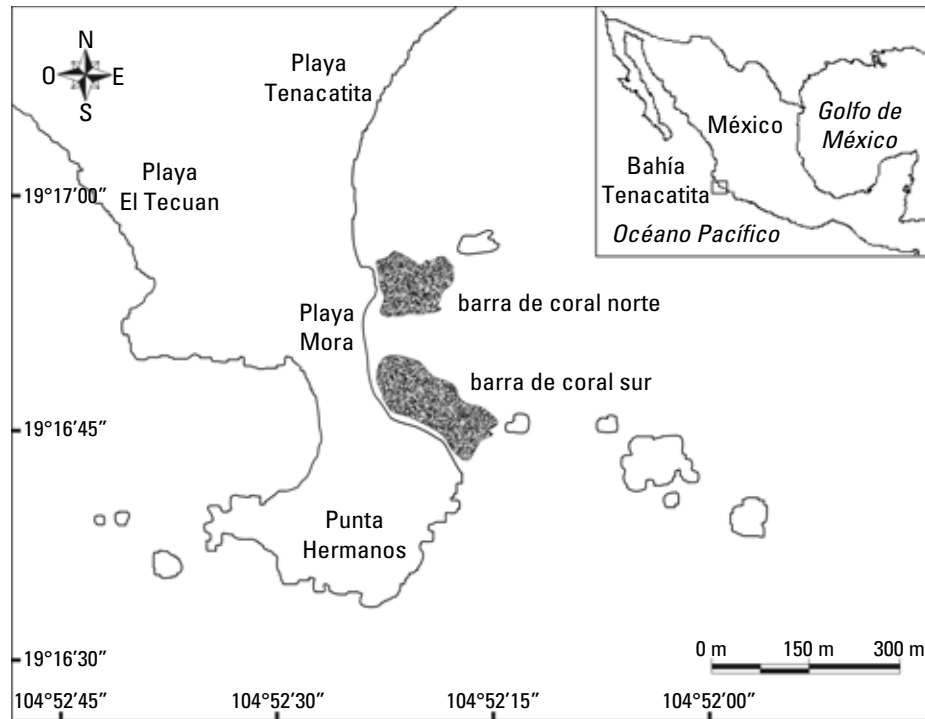


Figura 1. Localización del arrecife de Playa Mora en la Bahía de Tenacatita, Jalisco, México.

de manera paralela a las barras de coral, con 3 o 4 repeticiones en cada una, con un total de 54 transectos. La determinación de las especies se realizó *in situ*, en aquellos casos que no se tenía plena seguridad de la especie, se consultaron los esquemas y fotografías de las guías de Fischer *et al.* (1995), Allen y Robertson (1998), Thomson *et al.* (2000) y Humann y DeLoach (2004). El orden de la lista sistemática de peces del arrecife se realizó con base a la propuesta de Nelson (2006).

Para analizar el efecto de la temporalidad en la estructura del ensamble de peces, los meses de muestreo se agruparon por épocas o también llamados periodos respecto a las condiciones ambientales (temperatura superficial del agua de mar y precipitación pluvial) y al sistema de corrientes que se presenta en la región, siendo éstas: la época cálido-seca (CS) durante los meses de agosto a enero, la época templado-seca (TS) de febrero a abril y la época cálido-húmeda (CH) de mayo a julio (Wirtky, 1966; Badan, 1997). La temperatura media en la época CS fue de 28.12°C con una desviación estándar de  $\pm 3.63^\circ\text{C}$ , en la TS de 23.26°C ( $\pm 1.52$ ) y en la CH de 29.94°C ( $\pm 0.09$ ). Por otro lado, la visibilidad media en la época CS fue de 4.1 m ( $\pm 1.26$ ), en la TS de 2.94 m ( $\pm 0.97$ ) y en la CH de 1.92 m ( $\pm 0.44$ ).

**Análisis de datos.** Para determinar la importancia de cada una de las especies de peces durante todo el periodo de muestreo se calculó el Índice de Valor Biológico o IVB (Sanders, 1960). El IVB indica la importancia de las especies basado en rangos y punta-

jes. Esto permite evaluar la dominancia global de cada especie dentro de la comunidad y con base a este procedimiento determinar el grado de constancia espacio-temporal en la dominancia de cada una de las especies (Loya-Salinas & Escofet, 1990).

Para agrupar los muestreos por épocas del año, mediante pruebas de comparación para dos poblaciones no paramétricas (Mann-Whitney) se determinó que no existían diferencias significativas ( $p > 0.05$ ), en los valores de riqueza y abundancia de peces entre los dos meses de muestreo de las épocas TS y CS; esto se realizó debido a que no se cumplieron los supuestos de normalidad de los datos (Prueba de Kolmogorov-Smirnov) y homocedasticidad (Prueba de Levene). Debido a la disparidad en el número de transectos en cada época (CS: 28; TS: 19; CH: 7), se realizaron curvas de rarefacción para estimar la riqueza de especies basada en el número de organismos registrados (Hulbert, 1971). Para determinar los cambios en la estructura del ensamble de peces se utilizó un análisis de similitud no paramétrico (ANO-SIM) de una vía usando 10,000 permutaciones (Clarke & Gorley, 2006). Los valores de abundancia fueron transformados mediante raíz cuarta ( $x^{1/4}$ ) para minimizar la disparidad de los datos y aplicar las pruebas estadísticas. Por otro lado, mediante un análisis de similitud de porcentajes (SIMPER) se estimó la contribución de las especies para cada una de las épocas (Clarke & Warwick, 2001). Todos los análisis multivariados se realizaron mediante el paquete estadístico PRIMER 6 (Clarke & Gorley, 2006). Finalmente, se realizó la determinación de grupos funcionales con base a

las categorías tróficas propuestas en Fishbase (Froese & Pauly, 2011) y trabajos de Guzmán y Cortés (1993), Miller y Hay (1998) y Robertson y Allen (2006) en: 1) Carnívoros, 2) Carnívoros cora-lívoros, 3) Coralívoros obligados, 4) Omnívoros, 5) Herbívoros, 6) Zooplanctívoros y 7) Parasíticos que son aquellas especies que viven dentro o sobre otros peces y se alimentan de tejidos dérmicos, moco y escamas (Allen & Robertson, 1998; Froese & Pauly, 2011).

## RESULTADOS

**Estructura general de la ictiofauna.** Se registró un total de 5,689 peces correspondientes a 64 especies, 2 clases (Condrichthyes y Actinopterygii), 8 órdenes y 30 familias (Tabla 1). Las familias mejor representadas por su riqueza específica fueron Labridae con 7 especies, Pomacentridae con 6, Acanthuridae, Scaridae y Haemulidae con 4, y Cirrhitidae, Lutjanidae y Serranidae con 3.

Mediante el IVB se determinaron 18 especies dominantes en el arrecife, que representaron el 90% de la abundancia relativa acumulada, con una frecuencia de ocurrencia en los muestreos de entre 50 y 100%, excepto *Haemulon sexfasciatum* que tuvo una frecuencia de 16.66% (Tabla 1). De estas 18 especies, tan solo *Thalassoma lucasanum* y *Stegastes acapulcoensis* obtuvieron un valor de abundancia relativa acumulada cercano al 56% y una frecuencia de ocurrencia del 100%. Por el contrario, se registraron nueve especies consideradas raras (*Urobatis halleri*, *Hemirhamphus saltator*, *Cephalopholis panamensis*, *Rypticus bicolor*, *Lutjanus argentiventris*, *Pareques viola*, *Scarus ghobban*, *Malacoctenus hubbsi* y *Crocodilichthys gracilis*) ya que solo se obtuvo registro de un solo individuo de cada una.

**Variación entre épocas.** Utilizando el método de rarefacción se encontró que la riqueza de especies estimada en cada una de las épocas fue muy similar (CH = 33, CS = 29 y TS = 33) (Fig. 2). Sin em-

Tabla 1. Valores de IVB obtenidos para las especies de peces registradas en el arrecife de Playa Mora durante todo el periodo de muestreo.

Especies	Familia	IVB	A	AR	ARA	FR %	Categoría trófica
1. <i>Thalassoma lucasanum</i> (Gill, 1862)	Labridae	128	1512	26.56	26.56	100	C
2. <i>Stegastes acapulcoensis</i> (Fowler, 1944)	Pomacentridae	125	1665	29.25	55.81	100	Cc
3. <i>Microspathodon dorsalis</i> (Gill, 1862)	Pomacentridae	106	213	3.74	59.55	100	Cc
4. <i>Prionurus punctatus</i> Gill, 1862	Acanthuridae	104	333	5.85	65.40	100	H
5. <i>Abudefduf troschelii</i> (Gill, 1862)	Pomacentridae	85	207	3.64	69.03	100	O
6. <i>Halichoeres nicholsi</i> (Jordan & Gilbert, 1882)	Labridae	71	110	1.93	70.96	83.33	C
7. <i>Halichoeres dispilus</i> (Günther, 1864)	Labridae	66	240	4.22	75.18	66.66	C
8. <i>Halichoeres chierchiae</i> Di Caporiacco, 1947	Labridae	60	67	1.18	76.36	83.33	C
9. <i>Holacanthus passer</i> Valenciennes, 1846	Pomacanthidae	57	51	0.90	77.25	83.33	O
10. <i>Mulloidichthys dentatus</i> (Gill, 1862)	Mullidae	56	114	2.00	79.26	66.66	C
11. <i>Ophioblennius steindachneri</i> Jordan & Evermann, 1898	Blenniidae	56	72	1.26	80.52	83.33	H
12. <i>Arothron meleagris</i> (Lacepède, 1798)	Tetraodontidae	52	59	1.04	81.56	100	Co
13. <i>Myripristis leiognathos</i> Valenciennes, 1846	Holocentridae	51	66	1.16	82.72	66.66	Z
14. <i>Chromis atrilobata</i> Gill, 1862	Pomacentridae	46	210	3.69	86.40	50	Z
15. <i>Haemulon sexfasciatum</i> Gill, 1862	Haemulidae	46	100	1.76	88.16	16.66	C
16. <i>Halichoeres notospilus</i> (Günther, 1864)	Labridae	45	65	1.14	89.30	66.66	C
17. <i>Chaetodon humeralis</i> Günther, 1860	Chaetodontidae	41	34	0.60	89.90	83.33	Co
18. <i>Stegastes rectifraenum</i> (Gill, 1862)	Pomacentridae	39	34	0.60	90.50	66.66	O
19. <i>Diodon holocanthus</i> Linnaeus, 1758	Diodontidae	38	44	0.77	91.27	83.33	C
20. <i>Diodon hystrix</i> Linnaeus, 1758	Diodontidae	31	56	0.98	92.25	50	C
21. <i>Lutjanus viridis</i> (Valenciennes, 1846)	Lutjanidae	29	59	1.04	93.29	66.66	C
22. <i>Epinephelus labriformis</i> (Jenyns, 1840)	Serranidae	25	15	0.26	93.55	83.33	C
23. <i>Stegastes flavilatus</i> (Gill, 1862)	Pomacentridae	20	17	0.30	93.85	50	O
24. <i>Haemulon flavigutatum</i> Gill, 1862	Haemulidae	20	7	0.12	93.98	16.66	C
25. <i>Fistularia commersonii</i> Rüppell, 1838	Fistulariidae	17	22	0.39	94.36	66.66	C
26. <i>Caranx caballus</i> (Günther, 1868)	Carangidae	14	30	0.53	94.89	16.66	C
27. <i>Thalassoma grammaticum</i> Gilbert, 1890	Labridae	14	22	0.39	95.27	33.33	C

Tabla 1. (Continuación).

Especies	Familia	IVB	A	AR	ARA	FR %	Categoría trófica
28. <i>Mugil curema</i> Valenciennes in Cuvier & Valenciennes, 1836	Mugilidae	14	10	0.18	95.45	16.66	H
29. <i>Caranx sexfasciatus</i> Quoy & Gaimard, 1825	Carangidae	13	30	0.53	95.98	16.66	C
30. <i>Bodianus diplotaenia</i> (Gill, 1862)	Labridae	11	16	0.28	96.26	33.33	C
31. <i>Haemulon steindachneri</i> (Jordan & Gilbert, 1882)	Haemulidae	10	69	1.21	97.47	16.66	C
32. <i>Alphestes immaculatus</i> Breder, 1936	Serranidae	10	16	0.28	97.75	83.33	C
33. <i>Acanthurus nigricans</i> (Linnaeus, 1758)	Acanthuridae	8	7	0.12	97.87	16.66	H
34. <i>Cirrhitus rivulatus</i> Valenciennes, 1846	Cirrhitidae	7	5	0.09	97.96	66.66	C
35. <i>Gymnomuraena zebra</i> (Shaw, 1797)	Muraenidae	7	2	0.04	98.00	33.33	C
36. <i>Apogon retrosella</i> (Gill, 1862)	Apogonidae	6	8	0.14	98.14	33.33	Z
37. <i>Scorpaena mystes</i> Jordan & Starks in Jordan, 1895	Scorpaenidae	6	7	0.12	98.26	50	C
38. <i>Sargocentron suborbitalis</i> (Gill, 1863)	Holocentridae	6	6	0.11	98.37	33.33	C
39. <i>Cirrhitichthys oxycephalus</i> (Bleeker, 1855)	Cirrhitidae	5	14	0.25	98.61	66.66	C
40. <i>Pomacanthus zonipectus</i> (Gill, 1862)	Pomacanthidae	3	8	0.14	98.75	16.66	O
41. <i>Acanthurus triostegus</i> (Linnaeus, 1758)	Acanthuridae	2	6	0.11	98.86	16.66	H
42. <i>Johnrandallia nigrirostris</i> (Gill, 1862)	Chaetodontidae	1	10	0.18	99.03	50	Co
43. <i>Canthigaster punctatissima</i> (Günther, 1870)	Tetraodontidae	0	8	0.14	99.17	33.33	O
44. <i>Kyphosus elegans</i> (Peters, 1869)	Kyphosidae	0	6	0.11	99.28	33.33	H
45. <i>Muraena lentiginosa</i> Jenyns, 1842	Muraenidae	0	5	0.09	99.37	50	C
46. <i>Plagiotremus azaleus</i> (Jordan & Bollman, 1890)	Blenniidae	0	5	0.09	99.46	50	P
47. <i>Anisotremus interruptus</i> (Gill, 1862)	Haemulidae	0	4	0.07	99.53	16.66	C
48. <i>Nicholsina denticulata</i> (Evermann & Radcliffe, 1917)	Scaridae	0	4	0.07	99.60	33.33	H
49. <i>Lutjanus inermis</i> (Peters, 1869)	Lutjanidae	0	2	0.04	99.63	16.66	C
50. <i>Oxycirrhites typus</i> Bleeker, 1857	Cirrhitidae	0	2	0.04	99.67	16.66	C
51. <i>Scarus compressus</i> (Osburn & Nichols, 1916)	Scaridae	0	2	0.04	99.70	16.66	O
52. <i>Scarus perrico</i> Jordan & Gilbert, 1882	Scaridae	0	2	0.04	99.74	16.66	Cc
53. <i>Acanthurus xanthopterus</i> Valenciennes in Cuvier & Valenciennes, 1835	Acanthuridae	0	2	0.04	99.77	16.66	H
54. <i>Zanclus cornutus</i> (Linnaeus, 1758)	Zanclidae	0	2	0.04	99.81	33.33	C
55. <i>Cantherhines dumerilii</i> (Hollard, 1854)	Monacanthidae	0	2	0.04	99.84	16.66	Cc
56. <i>Urobatis halleri</i> (Cooper, 1863)	Urotrygonidae	0	1	0.02	99.86	16.66	C
57. <i>Hemirhamphus saltator</i> Gilbert & Starks, 1904	Hemiramphidae	0	1	0.02	99.88	16.66	Z
58. <i>Cephalopholis panamensis</i> (Steindachner, 1877)	Serranidae	0	1	0.02	99.89	16.66	C
59. <i>Rypticus bicolor</i> Valenciennes, 1846	Serranidae	0	1	0.02	99.91	16.66	C
60. <i>Lutjanus argentiventris</i> (Peters, 1869)	Lutjanidae	0	1	0.02	99.93	16.66	C
61. <i>Pareques viola</i> (Gilbert in Jordan & Evermann, 1898)	Sciaenidae	0	1	0.02	99.95	16.66	C
62. <i>Scarus ghobban</i> Forsskål, 1775	Scaridae	0	1	0.02	99.96	16.66	Cc
63. <i>Malacoctenus hubbsi</i> Springer, 1959	Labrisomidae	0	1	0.02	99.98	16.66	C
64. <i>Crocodylichthys gracilis</i> Allen & Robertson, 1991	Tripterygiidae	0	1	0.02	100	16.66	C
Total			5693	100			

IVB = Valor de IVB; A = Valor de abundancia; AR = Abundancia relativa; ARA = Abundancia relativa acumulada; FR = Frecuencia de ocurrencia; Categorías tróficas: C = Carnívoro, Cc = Carnívoro coralívoro, Co = Coralívoro obligado, H = Herbívoro, O = Omnívoro, Z = Zooplanctívoro, P = Parasítico.

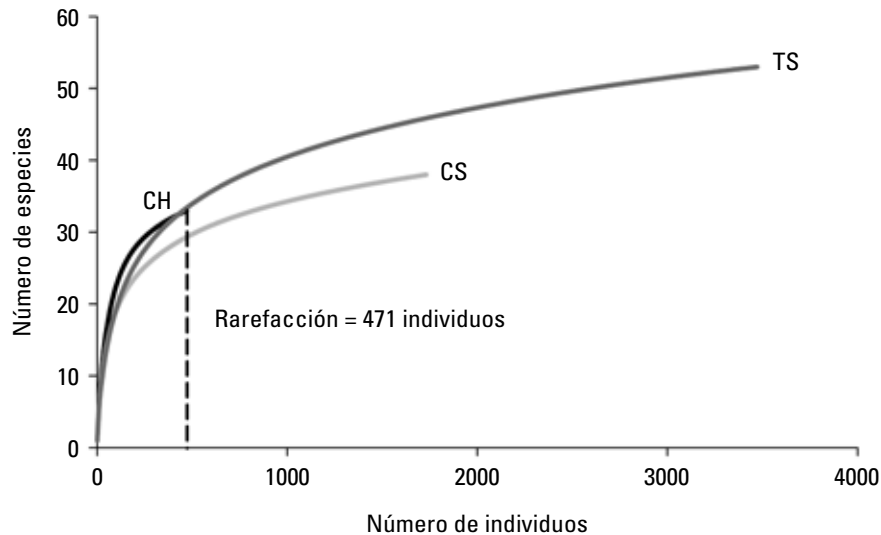


Figura 2. Curvas de rarefacción basadas en individuos registrados para cada una de las épocas del estudio. CH: cálido-húmeda; TS: templado-seca; CS: cálido-seca.

bargo, el ensamble de peces en el arrecife de Playa Mora presenta diferencias en la composición y abundancia de las especies a lo largo del año. El ANOSIM realizado entre las épocas, confirmó la existencia de diferencias significativas en la composición de especies entre las tres épocas secas (Tabla 2).

La época templado-seca presentó la mayor riqueza y abundancia de peces, con 53 especies y el 61.14% de la abundancia relativa acumulada (ARA); la cálido-seca con 39 especies y 30.51% de la ARA; y la época cálido-húmeda sólo con 33 especies y un 8.35% de la ARA. Según los análisis SIMPER, la época TS estuvo representada en más de 90% por 13 especies, la época CS por 9 especies y la época CH por 12 especies (Fig. 3).

La disimilitud entre las épocas secas (TS y CS) fue atribuida a 11 especies (*Thalassoma lucasanum*, *Halichoeres dispilus*, *Prionurus punctatus*, *Stegastes acapulcoensis*, *Abudefduf troschelii*, *Halichoeres notospilus*, *H. nicholsi*, *H. chierchiae*, *Arothron meleagris*, *Microspathodon dorsalis* y *Ophioblennius steindachneri*), la disimilitud entre las épocas cálidas (CS y CH) fue debido a 12 especies (*P. punctatus*, *T. lucasanum*, *Diodon holocanthus*, *S. acapulcoensis*, *H. nicholsi*, *Chaetodon humeralis*, *H. notospilus*, *Bodianus diplotaenia*, *H. chierchiae*, *Holocanthus passer*, *O. stein-*

*dachneri* y *A. troschelii*), y entre la época TS y CH por 13 especies (*S. acapulcoensis*, *H. dispilus*, *P. punctatus*, *D. holocanthus*, *A. troschelii*, *T. lucasanum*, *C. humeralis*, *A. meleagris*, *M. dorsalis*, *H. nicholsi*, *Mulloidichthys dentatus*, *H. passer* y *B. diplotaenia*). Se registraron 23 especies presentes en las 3 épocas. Por otro lado, se encontraron 6 especies exclusivas de la época CS, 18 de la TS y 3 de la TH (Tabla 3).

**Categorías tróficas.** La composición de especies por categorías tróficas estuvo representada en orden de importancia por el número de especies en: carnívoras (36), herbívoras (8), omnívoras (7), carnívoros coralívoros (5), zooplanctívoras (4), coralívoros obligados (3) y parasíticas (1) (Tabla 1). La abundancia por categorías tróficas presentó cambios durante las épocas del año. Las especies carnívoras estuvieron mejor representadas en el mes de abril, con una baja en noviembre. Los omnívoros se presentaron de manera constante durante todas las fechas de muestreo, con 3 y 4 especies. El máximo valor de abundancia para este grupo se obtuvo en el mes de noviembre, presentándose la mayor abundancia en la época CS. La presencia de herbívoros fue mayor en los meses de abril y marzo (época TS), sin embargo no se presenta una diferencia entre las épocas cálidas. La mayor abundancia de zooplanctívoros se encontró en la época TS, con el valor máximo en el mes de abril. Por último, el grupo de especies parasíticas integrado solo por *P. azaleus* se presentó irregularmente en los meses de octubre, marzo y abril.

Tabla 2. Resultado del análisis de similitud (ANOSIM) entre las épocas del año.

Grupos	Estadístico R	Permutaciones observadas	Número de permutaciones	p
CS, TS	0.352	Muy grande	10000	0.001
CS, CH	0.248	6724520	10000	0.017
TS, CH	0.274	657800	10000	0.022

## DISCUSIÓN

**Estructura general de la ictiofauna.** La riqueza de peces de Playa Mora es similar a la de otros arrecifes coralinos importantes en el Pacífico mexicano, entre los que se pueden mencionar los de

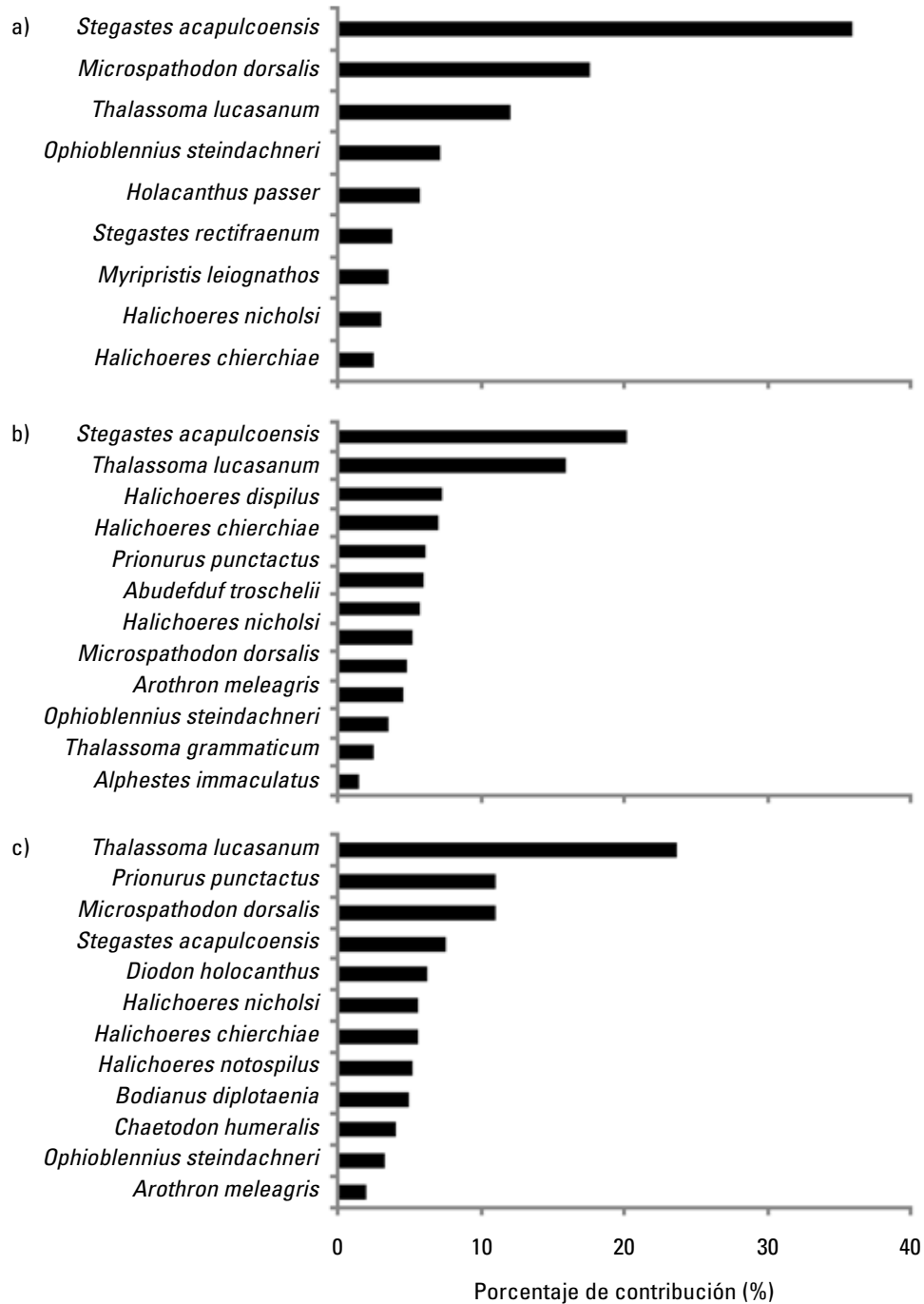


Figura 3a-c. Contribución de las especies más importantes ( $\geq 90\%$ ) según el análisis de similitud de porcentajes (SIMPER) para cada una de las épocas; (a) cálido-seca, (b) templado-seca, (c) cálido-húmeda.

Bahía de Banderas en los estados de Jalisco y Nayarit (Solís-Gil & Jiménez-Quiroz, 2006), la Bahía de Manzanillo, Colima (Chávez-Comparan & Macías-Zamora, 2006) y los arrecifes de las Bahías de Huatulco en Oaxaca (Ramírez-Gutiérrez *et al.*, 2007).

El ensamble de peces de Playa Mora mostró una dominancia muy marcada por las especies *Stegastes acapulcoensis* y *Tha-*

*lassoma lucasanum*, que representaron más del 50% de la abundancia total. De igual manera, *Thalassoma lucasanum* ha sido registrada en otras comunidades arrecifales del Pacífico mexicano dentro de las especies más frecuentes y abundantes (*e.g.* Arreola-Robles & Elorduy-Garay, 2002; Villarreal-Cavazos *et al.*, 2000). Además, se ha encontrado cierta preferencia de *T. luca-*

Tabla 3. Especies presentes en todas las épocas y exclusivas por cada época del año.

En todas las épocas	Cálido-seca	Templado-seca	Cálido-húmeda
<i>Fistularia commersonii</i>	<i>Lutjanus argentiventris</i>	<i>Urobatis halleri</i>	<i>Haemulon steindachneri</i>
<i>Scorpaena mystes</i>	<i>Lutjanus inermis</i>	<i>Hemirhamphus saltator</i>	<i>Mugil curema</i>
<i>Alphestes immaculatus</i>	<i>Haemulon flaviguttatum</i>	<i>Cephalopholis panamensis</i>	<i>Scarus perrico</i>
<i>Epinephelus labriformis</i>	<i>Malacoctenus hubbsi</i>	<i>Rypticus bicolor</i>	
<i>Mulloidichthys dentatus</i>	<i>Acanthurus nigricans</i>	<i>Caranx sexfasciatus</i>	
<i>Chaetodon humeralis</i>	<i>Cantherhines dumerilii</i>	<i>Caranx caballus</i>	
<i>Holacanthus passer</i>		<i>Pareques viola</i>	
<i>Abudefduf troschelii</i>		<i>Anisotremus interruptus</i>	
<i>Chromis atrilobata</i>		<i>Pomacanthus zonipectus</i>	
<i>Microspathodon dorsalis</i>		<i>Oxycirrhites typus</i>	
<i>Stegastes acapulcoensis</i>		<i>Thalassoma grammaticum</i>	
<i>Stegastes flavilatus</i>		<i>Nicholsina denticulata</i>	
<i>Cirrhitichthys oxycephalus</i>		<i>Scarus compressus</i>	
<i>Cirrhitus rivulatus</i>		<i>Scarus ghobban</i>	
<i>Bodianus diplotaenia</i>		<i>Crocodilichthys gracilis</i>	
<i>Halichoeres chierchiae</i>		<i>Acanthurus xanthopterus</i>	
<i>Halichoeres nicholsi</i>		<i>Acanthurus triostegus</i>	
<i>Halichoeres notospilus</i>		<i>Zanclus cornutus</i>	
<i>Thalassoma lucasanum</i>			
<i>Ophioblennius steindachneri</i>			
<i>Prionurus punctatus</i>			
<i>Arothron meleagris</i>			
<i>Diodon holocanthus</i>			

*sanum* por ambientes con cobertura de coral vivo principalmente corales pétreos de los géneros *Pavona* y *Pocillopora* (Tilman, 2001). Warner y Hoffman (1980) sugieren que el éxito del género *Thalassoma*, en el Pacífico representado por *T. lucasanum* y en el Atlántico por *T. bifasciatum*, se debe a su efectiva estrategia reproductiva, donde las hembras son capaces de convertirse en machos fértiles (protogeneos hermafroditas).

Otro caso particular es la distribución del género *Stegastes*, que se encuentra bien representado en arrecifes rocosos y coralinos del Pacífico tropical por *S. acapulcoensis* (Chávez-Comparán et al., 2006; Ramírez-Gutiérrez et al., 2007); y por su congénere *S. rectifraenum* dominante en la región del Golfo de California. Este último presenta una disminución en su abundancia hacia el sur de la boca del golfo después de la Bahía de Banderas (Solís-Gil & Jiménez-Quiroz, 2006), por lo que se puede considerar que la costa de Jalisco es el punto geográfico de transición en estas dos especies.

Los valores de abundancia para *S. acapulcoensis* y *T. lucasanum* se mantuvieron altos en todos los muestreos, lo que sugiere

un alto grado de asociación a sustratos coralinos, que en general corresponden a ambientes someros con una alta protección al oleaje; de tal manera que la variación en los parámetros ambientales que se presentan a lo largo del ciclo anual no influyen de manera drástica en su abundancia. Un patrón similar para especies de las familias Pomacentridae y Labridae se ha reportado en arrecifes del Caribe, donde estas especies muestran una preferencia particular por zonas someras con una complejidad estructural a base de corales ramosos, debido principalmente a sus hábitos alimenticios (Dominici-Arosemena & Wolff, 2005) y a su comportamiento territorialista (Robertson & Allen, 2006).

Por otro lado, la baja incidencia de algunas especies durante los muestreos probablemente está asociada a que son organismos de hábitos crípticos, es decir, que se mantienen ocultos o presentan una coloración disruptiva con el medio. Debido a que la técnica de censos visuales utilizada para los muestreos está dirigida principalmente a la estimación de la riqueza de peces conspicuos, que son relativamente fáciles de identificar y cuantificar; la estimación de peces de hábitos crípticos o béticos se ve



muy limitada, por lo que se requiere un muestreo específico para evaluar la riqueza de estas especies.

**Variación entre épocas.** La diferencias encontradas entre las tres épocas (ANOSIM:  $p < 0.05$ ) son reflejadas en el número de especies totales, las especies dominantes y las especies exclusivas en cada una (Tabla 2). Los valores más altos de riqueza y abundancia que se presentaron en la época TS (febrero-abril), así como el número de especies dominantes (Fig. 3) y exclusivas (Tabla 3) coincide con los valores más altos de concentración de nutrientes y biomasa planctónica para esta zona (Briseño-Avena, 2004). Por el contrario, la menor abundancia y número de especies se tuvo en la época CH (mayo-julio) cuando la temperatura superficial del agua aumenta hasta los 30 °C. Esta relación puede presentarse por una marcada estratificación de la columna de agua que limita la disponibilidad de nutrientes y producción de plancton marino (Filonov *et al.*, 2000).

Se presentó una alternancia importante de especies en el arrecife, con la incorporación en la época TS de algunas especies migratorias de tallas mayores (e.g. Urobatidae, Carangidae, Serranidae y Acanthuridae), las cuales generalmente se acercan a los arrecifes coralinos en busca de alimento (Cervigón, 2005). También se observaron cambios en la posición de las especies dominantes con la incorporación de diferentes especies en cada una de las épocas (Fig. 3).

El efecto de temporalidad sobre el ensamble de peces de Playa Mora fue similar a lo reportado en la Bahía San Agustín en Huatulco, Oaxaca (Ramírez-Gutiérrez *et al.*, 2007). Estos autores registraron una mayor diversidad y densidad de peces en los meses de abril, junio y agosto, atribuido posiblemente al aumento de temperatura y la alta producción de esta época. Caso contrario a lo que sucede en otros sitios muy cercanos como Bahía de Banderas y el arrecife coralino de Cabo Pulmo, donde las variaciones temporales no modifican significativamente la estructura de los ensambles de peces y otros factores como las características físicas del fondo o la profundidad tienen mayor influencia sobre estas (Solís-Gil & Jiménez-Quiroz, 2006; Álvarez-Filip *et al.*, 2006).

**Categorías tróficas.** La composición trófica de peces del arrecife estuvo dominada por especies carnívoras, una tendencia conocida en arrecifes de coral por la alta productividad primaria y concentración de especies (Kohn, 1997). Los valores más altos de abundancia de carnívoros están relacionados al incremento en la presencia de grupos de invertebrados como crustáceos y moluscos, los cuales forman parte importante en la dieta de los peces. En otros arrecifes similares se ha encontrado que los aumentos en diversidad y abundancia de invertebrados se dan en los períodos secos (Ramírez-Luna *et al.*, 2002). Además, se ha encontrado que las especies carnívoras en general son más abundantes en los arrecifes protegidos que en los expuestos (Letourneur, 1996), como el caso de Playa Mora.

Las especies carnívoras coralívoras son especies de gran interés por su estrecha relación con los corales como bioerosionadores. Ejemplo de esto son las abundantes marcas producidas por integrantes de las familias Chaetodontidae, Scaridae, Balistidae y Tetraodontidae, que se alimentan tanto del coral, como de los invertebrados que lo erosionan (Guzmán, 1988). En Playa Mora se registraron ocho especies coralívoras, que representaron el 43% de las especies carnívoras. McIlwain y Jones (1997) encontraron que existe un patrón de correlación entre la presencia de peces coralívoros y la cobertura de coral, que explica variaciones en la presencia principalmente de coralívoros obligados, como por ejemplo peces de la familia Chaetodontidae y Tetraodontidae. La estrategia de alimentación a base de corales permite a estas especies mantenerse en el arrecife durante todo el año, además de adquirir ventaja sobre otras, que por su restricción a un solo tipo de alimento, tienen que desplazarse a otras zonas o simplemente se reduce su población (Glynn, 2004).

Por otro lado, Guzmán y Cortés (1993) reportan a las jaquetas *Stegastes acapulcoensis* y *Microspathodon dorsalis* como agentes bioerosionadores de estructuras coralinas; éstas son 2 de las especies más abundantes en el arrecife de Playa Mora. El comportamiento de las jaquetas en el arrecife es impreciso, aunque existen reportes sobre la importancia de estas especies sobre la zonación de los corales en otros arrecifes, ya que atacan colonias de coral masivo para ampliar sus territorios de alimentación (Guzmán, 1988). Al mismo tiempo reducen la destrucción del arrecife excluyendo de sus territorios a otros depredadores y bioerosionadores de coral (Glynn & Wellington, 1983). La abundancia de jaquetas (*Stegastes* y *Microspathodon*) parece responder a las tasas de reclutamiento en los arrecifes y no a la disponibilidad de recursos alimenticios y espaciales (Wellington & Victor, 1985), por lo que es necesario que se realicen evaluaciones del efecto de estos peces sobre las estructuras coralinas.

En el arrecife los herbívoros estuvieron representados principalmente por *P. punctatus*, que obtuvo la mayor abundancia y frecuencia durante el año. El papel ecológico de los peces herbívoros en los sistemas arrecifales está estrechamente relacionado con la estructuración de las comunidades bénticas, principalmente limitando la distribución, abundancia y producción algal (Lewis, 1986). En la costa de Jalisco el mayor crecimiento algal se registra durante la época TS (febrero-abril) cuando la temperatura del agua desciende (Hernández-Herrera, 1998), lo cual coincide con la mayor presencia de herbívoros en el arrecife.

Los omnívoros y zooplánctívoros, aunque se mantuvieron presentes en todos los muestreos realizados, tuvieron abundancias bajas. Los omnívoros se mantuvieron casi constantes durante todo el año, una tendencia que se esperaría, por disponer de una mayor variedad de alimento que el resto de las categorías. Sin embargo, no son un grupo dominante en el arrecife posiblemente por el efecto de competencia que se da con otras especies

territorialistas que son carnívoras y por los patrones de zonación que se dan en los arrecifes dependiendo de la disponibilidad del alimento. Este grupo es representado en el arrecife por *Abudefduf troschelii*, con la mayor abundancia en el mes de noviembre lo que puede ser debido a la preferencia por aguas cálidas (Thomson *et al.*, 2000). Por otro lado, la mayor abundancia de las 4 especies zooplanctívoras (*Chromis atrilobata*, *Myripristis leiognathos*, *Apogon retrosella* y *Hemiramphus saltator*) se presentó en la época templada. La baja abundancia puede ser debido a diferencias en la disponibilidad del alimento en el arrecife, ya que el plancton se distribuye de una manera desigual. Por ejemplo, en aguas someras, el plancton es escaso durante el día, cuando se encuentra mayormente en aguas más profundas y en zonas con baja incidencia del oleaje debido a la turbulencia que origina (Hobson & Chess, 1978). Debido a lo anterior, las especies planctívoras son más abundantes en sitios en contacto con aguas oceánicas, donde la intensidad de la luz alcanza mayores profundidades, uno de los factores limitantes para el desarrollo de los organismos planctónicos (Hobson, 1991). La damisela cola de tijera (*Chromis atrilobata*) resultó la especie más importante dentro del grupo de zooplanctívoros, su mayor abundancia se observó en el mes de abril, debido en parte a sus hábitos reproductivos durante la primavera y el verano, cuando se le localiza muy cerca a los arrecifes cuidando sus nidos y crías (Thomson *et al.*, 2000), y al aumento de biomasa zooplanctónica registrado en la época TS (Silva-Segundo *et al.*, 2008). Por último, la única especie parasítica (*Plagiotremus azaleus*) no mostró patrón alguno en especial, aunque se encuentra como una especie residente, su tamaño poblacional no llega a ser importante.

En conclusión, la riqueza de peces del arrecife de Playa Mora resultó comparable a la de otras formaciones coralinas de mayor tamaño del Pacífico mexicano. Aunque se estiman más de 95 especies de peces para el arrecife incluyendo las de hábitos crípticos (Galván-Villa, 2008), el ensamble de peces se encuentra representado principalmente por pocas especies de hábitos territorialistas (e.g. *Stegastes acapulcoensis* y *Microspathodon dorsalis*), que defienden sus áreas de reproducción y alimentación en el arrecife. A pesar de la dominancia de algunas especies, se encontró una marcada temporalidad. La mayor riqueza y abundancia de peces se encontró en la época templada que corresponde a los meses de febrero, marzo y abril. Las especies carnívoras fueron dominantes durante todo el periodo del estudio y solo los omnívoros presentaron una mayor abundancia durante la época cálida. Los resultados que se presentan deben ser tomados con reserva, estos se presentan como una primera base de información sobre el arrecifes y es necesario realizar estudios detallados de grupos clave como los herbívoros y las especies consumidoras de coral, que pueden incidir de manera importante en el crecimiento de las colonias de coral y en el estado de salud del arrecife, así como las alteraciones humanas y naturales que pueden estar afectando las comunidades que residen en él.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Eduardo Ríos, Martín Pérez, Lupita Robles y Agustín Camacho por las sugerencias hechas al primer manuscrito del cual resultó este trabajo. A los revisores anónimos que ayudaron con sus comentarios a mejorar el escrito. Este trabajo se realizó con el apoyo económico y logístico del Laboratorio de Ecosistemas Marinos y Acuicultura de la Universidad de Guadalajara, a través del proyecto de investigación CONACYT No. 37528-B "Evaluación de los efectos de El Niño 1997-98 en arrecifes coralinos del Pacífico mexicano".

## REFERENCIAS

- ALLEN, G. R. & D. R. ROBERTSON. 1998. *Peces del Pacífico Oriental Tropical*. CONABIO y Agrupación Sierra Madre. México. 327 p.
- ÁLVAREZ-FILIP, L., H. REYES-BONILLA & L. E. CALDERÓN-AGUILERA. 2006. Community structure of fishes in Cabo Pulmo Reef, Gulf of California. *Marine Ecology* 27: 253-262.
- ANDERSON, G. R. V., A. J. EHRLICH, P. R. EHRLICH, J. D. ROUGHGARDEN, B. C. RUSSELL & F. H. TALBOT. 1981. The community structure of coral reef fishes. *American Naturalist* 117: 476-495.
- ARREOLA-ROBLES, J. L. & J. F. ELORDUY-GARAY. 2002. Reef fish diversity in the region of La Paz, Baja California Sur, Mexico. *Bulletin of Marine Science* 70: 1-18.
- AULT, T. R. & C. R. JOHNSON. 1998. Spatially and temporally predictable fish communities on coral reefs. *Ecological Monographs* 68: 25-50.
- BADAN, A. 1997. La Corriente Costera de Costa Rica en el Pacífico Mexicano. In: M. F. Lavín (Ed.). *Contribuciones a la Oceanografía Física en México, Monografía No. 3*, Unión Geofísica Mexicana. México, pp. 99-112.
- BECK, M. W. 1998. Comparison of the measurement and effects of habitat structure on gastropods in rocky intertidal and mangrove habitats. *Marine Ecology Progress Series* 169: 165-178.
- BELLWOOD, D. R. & P. C. WAINWRIGHT. 2002. The history and biogeography of fishes on coral reefs. In: Sale, P. F. (Ed.). *Coral Reef Fishes*. Academic Press, San Diego, pp. 5-32.
- BRISEÑO-AVENA, C. 2004. Biomasa y composición del zooplancton de Bahía Chamela, Jalisco y Bahía Manzanillo, Colima, durante un ciclo anual (2001-2002). Tesis de Licenciatura, Universidad de Guadalajara, México. 49 p.
- CERVIGÓN, F. 2005. La ictiofauna marina de Venezuela: una aproximación ecológica. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela* 44 (1): 3-28.
- CHÁVEZ-COMPARAN, J. C. & R. MACÍAS-ZAMORA. 2006. Structure of reef fish communities in the litoral of Colima, Mexico. *Journal of Biological Sciences* 6 (1): 65-75.

- CHOAT, J. H. & D. R. BELLWOOD. 1991. Reef fishes: Their history and evolution. In: Sale, P. F. (Ed.). *The ecology of fishes on coral reefs*. Academic Press, USA, pp. 39-53.
- CLARKE, K. R. & R. M. WARWICK. 2001. *Changes in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. PRIMER-E, Plymouth UK. 172 p.
- CLARKE, K. R. & R. N. GORLEY. 2006. *PRIMER v6: User manual/tutorial*. PRIMER-E, Plymouth UK. 192 p.
- DOMICINI-AROSEMENA, A. & M. WOLFF. 2005. Reef fish community structure in Bocas del Toro (Caribbean, Panama): Gradients in habitat complexity and exposure. *Caribbean Journal of Science* 41: 613-637.
- ENGLISH, S., C. WILKINSON & V. BAKER. 1997. *Survey manual for tropical marine resources*. Australian Institute of Marine Science, Australia. 390 p.
- FILONOV, A. E., I. E. TERESHCHENKO, C. O. MONZÓN, M. E. GONZÁLES-RUELAS & E. GODÍNEZ-DOMÍNGUEZ. 2000. Variabilidad estacional de los campos de temperatura y salinidad en la zona costera de los estados de Jalisco y Colima, México. *Ciencias Marinas* 26: 303-321.
- FISCHER, W., F. KRUPP, W. SCHNEIDER, C. SOMMER, K. E. CARPENTER & V. H. NIEM. 1995. *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de pesca. Pacífico Centro-Oriental. Vols. II y III. Vertebrados, partes 1 y 2*. F.A.O. Italia. 1813 p.
- FROESE, R. & D. PAULY. 2011. *FishBase*. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (06/2011).
- GALVÁN-VILLA, C. M. 2008. Peces crípticos asociados a corales ramosos del género *Pocillopora* en el arrecife de Playa Mora, bahía Tenacatita, México. *Ciencia y Mar* XI: 17-24.
- GLYNN, P. W. 2004. High complexity food webs in low-diversity eastern Pacific reef-coral communities. *Ecosystems* 7: 358-367.
- GLYNN, P. W. & G. M. WELLINGTON. 1983. *Corals and coral reefs of the Galápagos Islands*. University of California Press, California. 330 p.
- GUZMÁN, H. M. 1988. Distribución y abundancia de organismos coralívoros en los arrecifes coralinos de la Isla del Caño, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 36: 191-207.
- GUZMÁN, H. M. & J. CORTÉS. 1993. Arrecifes coralinos del Pacífico Oriental Tropical: revisión y perspectivas. *Revista de Biología Tropical* 41: 535-557.
- HERNÁNDEZ-HERRERA, R. M. 1998. Análisis de comunidades de macroalgas en ambientes intermareales del sureste de Bahía Tenacatita, Jalisco. Tesis, Universidad de Guadalajara, México. 95 p.
- HOBSON, E. S. 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, San Diego, pp. 69-95.
- HOBSON, E. S. & J. R. CHESS. 1978. Trophic relationships among fishes and plankton in the lagoon at Enewetak Atoll, Marshall Islands. *Fishery Bulletin* 76: 133-153.
- HORTA-PUGA, G. & J. P. CARRICART-GAVINET. 1993. Corales pétreos recientes (Milleporina, Stylasterina y Scleractinia) de México. In: Salazar-Vallejo, S. I. & N. Emilia-González (Eds.). *Biodiversidad marina y costera de México*, CONABIO-CIQROO, México, pp. 66-79.
- HULBERT, S. H. 1971. The nonconcept of species diversity: a critique and alternative parameters. *Ecology* 52: 577-586.
- HUMANN, P. & N. DELOACH. 2004. *Reef fish identification, Baja to Panama*. New World Publications, Inc. Jacksonville, Florida, USA. 343 p.
- KOHN, A. J. 1997. Why are coral reef communities so diverse?. In: Ormond, R. F. G., J. D. Gage & M. V. Angel (Eds.). *Marine biodiversity*, Cambridge University Press, Cambridge, pp. 201-215.
- LETOURNEUR, Y. 1996. Dynamics of fish communities on Reunion fringing reefs, Indian Ocean. Patterns of spatial distribution. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 195: 1-30.
- LEWIS, S. M. 1986. The role of herbivorous fishes in the organization of a Caribbean reef community. *Ecological Monographs* 56: 183-200.
- LÓPEZ-URIARTE, E. & E. RÍOS-JARA. 2004. *Guía de macrofauna marina asociada a comunidades de coral del Pacífico central mexicano: corales pétreos y crustáceos*. Universidad de Guadalajara, México. 84 p.
- LORETO R. M., M. LARA & J. J. SCHMITTER-SOTO. 2003. Coral reef fish assemblages at Banco Chinchorro, Mexican Caribbean. *Bulletin of Marine Science* 73(1): 153-170.
- LOWE-McCONNELL, R. H. 1987. *Ecological studies in tropical fish communities*. Cambridge University Press. Great Britain. 382 p.
- LOYA-SALINAS, D. H. & A. ESCOFET. 1990. Aportaciones al cálculo del Índice de Valor Biológico (Sanders, 1960). *Ciencias Marinas* 16: 97-115.
- MCLLWAIN, J. L. & G. P. JONES. 1997. Prey selection by an obligate coral-feeding wrasse and its response to small-scale disturbance. *Marine Ecology Progress Series* 155: 189-198.
- MEDINA M., M. ARAYA & C. VEGA. 2004. Alimentación y relaciones tróficas de peces costeros de la zona norte de Chile. *Investigaciones Marinas* 32 (1): 33-47.
- MILLER, M. W. & M. E. HAY. 1998. Effects of fish predation and seaweed competition on the survival and grow of corals. *Oecologia* 113: 231-238.
- NELSON, J. S. 2006. *Fishes of the world*. John Wiley & Sons. New York. 601 p.
- RAMÍREZ-GUTIÉRREZ, M., M. TAPIA-GARCÍA & E. RAMOS-SANTIAGO. 2007. Fish community structure in San Agustín Bay, Huatulco, México. *Revista Chilena de Historia Natural* 80: 419-430.
- RAMÍREZ-LUNA, S., G. DE LA CRUZ-AGÜERO & N. BARRIENTOS-LUJÁN. 2002. Variación espacio temporal de Porcellanidae, Majoidea y Xanthoidea asociados a los corales del género *Pocillopora* en Bahías de Huatulco, México. In: Hendrickx, M. E. (Ed.). *Contribuciones al Estudio de*

- los Crustáceos del Pacífico Este*, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México, pp. 233-254.
- REYES-BONILLA, H. 1993. Biogeografía y ecología de los corales hermatípicos (Anthozoa: Scleractinia) del Pacífico de México. In: Salazar-Vallejo, S. I. & N. Emilia-González (Eds.). *Biodiversidad marina y costera de México*, CONABIO-CIQROO, México, pp. 207-222.
- RICHMOND, R. H. 1993. Coral reefs: present problems and future concerns resulting from anthropogenic disturbance. *American Zoologist* 33: 524-536.
- ROBERTSON, D. R. & G. R. ALLEN. 2006. *Peces costeros del Pacífico Oriental Tropical: un sistema de información*. Versión 2.0. Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, Balboa, República de Panamá.
- SALE, P. & W. A. DOUGLAS. 1984. Temporal variability in the community structure of fish on coral patch reefs and the relation of community structure to reef structure. *Ecology* 65: 409-422.
- SANDERS, H. L. 1960. Benthic studies in Buzzard Bay. III. The structure of the soft-bottom community. *Limnology and Oceanography* 5: 138-153.
- SILVA-SEGUNDO, C. A., R. FUNES-RODRÍGUEZ, M. E. HERNÁNDEZ-RIVAS, E. RÍOS-JARA, E. G. ROBLES-JARERO & A. HINOJOSA-MEDINA. 2008. Asociaciones de larvas de peces en relación a cambios ambientales en las Bahías Chamela, Jalisco y Santiago-Manzanillo, Colima (2001-2002). *Hydrobiológica* 18: 89-103.
- SOLÍS-GIL, C. & M. C. JIMÉNEZ-QUIROZ. 2006. Estructura de la comunidad de peces de arrecife de Bahía de Banderas, México (1996). In: Jiménez-Quiroz, M. C. y E. Espino-Barr (Eds.). *Los recursos pesqueros y acuícolas de Jalisco, Colima y Michoacán*, Instituto Nacional de la Pesca, México, pp. 166-173.
- THOMSON, D. A., T. L. FINDLEY & N. A. KERSTITCH. 2000. *Reef fishes of the Sea Cortez. The rocky-shore fishes of the Gulf of California*. The University of Arizona Press, United States of America. 302 p.
- TILMAN, J. A. 2001. The fisheries of ornamental fishes in Guanacaste, Costa Rica, with special emphasis on the population dynamics of the Cortes rainbow wrasse, *Thalassoma lucasanum* (Gill, 1863). MSc Thesis in International Studies in Aquatic Tropical Ecology. Alemania. 84 p.
- VILLARREAL-CAVAZOS, A., H. REYES-BONILLA, B. BERMÚDEZ-ALMADA & O. ARIZPE-COVARRUBIAS. 2000. Fishes of the Cabo Pulmo reef, Gulf of California, Mexico: systematic list and aspects of abundance and biogeography. *Revista de Biología Tropical* 48: 413-24.
- WARNER, R. R. & S. G. HOFFMAN. 1980. Local population size as a determinant of mating system and sexual composition in two tropical marine fishes (*Thalassoma* spp.). *Evolution* 34: 508-518.
- WELLINGTON, G. M. & B. C. VICTOR. 1985. El Niño mass coral mortality: a test of resource limitation in a coral reef damselfish population. *Oecologia* 68: 15-19.
- WILLIAMS, D. McB. 1991. Patterns and process in the distribution of coral reef fishes. In: Sale, P. E. (Ed.). *The Ecology of Fishes on Coral Reefs*, Academic Press, San Diego, pp. 437-474.
- WIRTKY, K. 1966. Oceanography of the Eastern Equatorial Pacific Ocean. *Oceanography and Marine Biology Annual Review* 4: 33-68.

Recibido: 27 de septiembre de 2010.

Aceptado: 17 de julio de 2011.