

Peces crípticos asociados a corales ramosos del género *Pocillopora* en el arrecife de Playa Mora, bahía Tenacatita, México

Cristian Moisés Galván-Villa

Resumen

Peces crípticos asociados a corales ramosos del género *Pocillopora* en el arrecife de Playa Mora, bahía Tenacatita, México. Recientemente el papel de los peces crípticos en los ecosistemas de arrecife de coral se ha convertido en el punto de atención de estudios sobre ecología de peces de arrecife. Para el presente estudio se determinaron los peces crípticos asociados a los corales ramosos del género *Pocillopora* mediante censos visuales y recolectas en el arrecife de Playa Mora, localizado en la bahía de Tenacatita, Pacífico mexicano. Se registraron un total de 13 especies representantes de siete familias. Las familias con mayor riqueza de especies fueron Labrisomidae y Muraenidae, con tres especies cada una, y las más abundantes resultaron ser Labrisomidae y Cirrhitidae, con el 66.66% del total de los individuos registrados. La especie más abundante fue *Cirrhitichthys oxycephalus* (33.33%). Según el índice de valor biológico, *C. oxycephalus*, *Ophioblennius steindachneri* y *Malacoctenus ebisui* fueron las tres especies dominantes sobre el sustrato coralino. El 91% de los individuos resultaron ser carnívoros, el 7.7% herbívoros y 1.3% parásitos. La comunidad está

Abstract

Cryptic fishes associated to branching corals of the genus *Pocillopora* in the reef from Playa Mora, Tenacatita Bay, Mexico. Recently, the role of cryptic fishes in coral reef ecosystems has become the focus of studies on the ecology of reef fishes. In this study, cryptic fishes associated to branching corals of the genus *Pocillopora* were determined through census and collects at Playa Mora reef, located in Tenacatita Bay, Mexican Pacific. A total of 13 species of seven families were recorded. The families with greater species richness were Labrisomidae and Muraenidae, with three species each one, and the most abundant they turned out to be Labrisomidae and Cirrhitidae with the 66.66% of all registered individuals. The most abundant species was *Cirrhitichthys oxycephalus* (33.33%). According to the biological value index, *C. oxycephalus*, *Ophioblennius steindachneri* and *Malacoctenus ebisui* were the three dominant species on the coralline substrate. 91% of all specimens were carnivores, 7.7% herbivores and 1.3% parasitic. The community is integrated mainly by species of the Panamic province.

Résumé

Cryptic poissons associés à ramification coraux du genre *Pocillopora* dans le récif de Playa Mora, Tenacatita Bay, Mexique. Récemment le rôle des poissons cryptiques dans les écosystèmes du récif corallien s'est transformé dans le point d'attention des études à propos de l'écologie des poissons du récif. Dans cette étude, on a déterminé les poissons cryptiques associés aux coraux branchus du genre *Pocillopora* avec recensements visuels et des collectes dans le récif de la Playa Mora, localisé à la baie de Tenacatita au Pacifique mexicaine. On a enregistré un total de 13 espèces représentant sept familles. Les familles avec la plus grande richesse d'espèces ont été Labrisomidae et Muraenidae, avec trois espèces chaque une, et les plus abondantes ont été Labrisomidae et Cirrhitidae, avec le 66.66% du total des individus détectés. L'espèce la plus abondante a été *Cirrhitichthys oxycephalus* (33.33%). Selon l'indice de valeur biologique, *C. oxycephalus*, *Ophioblennius steindachneri* et *Malacoctenus ebisui* sont les trois espèces dominantes sur le soi corallin. Le 91% des individus ont été carnivores, le 7.7% herbivores et 1.3% parasites. La communauté est composée principalement par des

integrada principalmente por especies afines a la provincia Panámica.

Palabras clave: Arrecife coralino, comunidad, diversidad, ictiofauna, Pacífico oriental.

Keywords: Community, coral reef, diversity, eastern Pacific, ichthyofauna.

espèces affines à la province Panamisque.

Mots clefs: Communauté, diversité, ichtyofaune, Pacifique Est, récif de corail.

Introducción

Los arrecifes de coral son ecosistemas que albergan una alta diversidad de peces debido a la complejidad física del sustrato, que proporciona a las comunidades residentes refugios, sitios de alimentación y áreas de reproducción (Sale 1991). En general, los estudios sobre la estructura de las comunidades de peces de arrecifes coralinos y rocosos se basan en censos visuales para la obtención de datos; además, la complejidad de la identificación a simple vista se eleva al trabajar con la fauna críptica, debido a los patrones de coloración, tamaño reducido, comportamiento y ubicación en el hábitat, por lo que generalmente son subestimados cuantitativamente y cualitativamente, o son identificados erróneamente en este tipo de muestreo (Brock 1982, Ackerman & Bellwood 2000, Willis 2001).

Los peces crípticos, también llamados criptobénticos, se definen como peces adultos típicamente menores de 10 cm de longitud, que mantienen una estrecha relación con el sustrato, siendo especies excavadoras o que se encuentran ocultas en refugios como grietas, oquedades, rocas, corales, estructuras calcáreas formadas por otros organismos, o que adoptan una coloración protectora que dificulta su localización (Ackerman & Bellwood 2000, Depczynski & Bellwood 2003).

Según estimaciones, los peces crípticos llegan a representar en algunos casos más del 50% del total de especies asociadas a los sistemas arrecifales (Allen *et al.* 1992, Depczynski & Bellwood 2003). Aunque los estudios sobre comunidades de peces crípticos de arrecife no son tan abundantes como los

realizados sobre especies conspicuas, se pueden encontrar investigaciones que tratan de determinar la importancia ecológica de este grupo, establecer patrones de asentamiento, así como describir la relación que mantienen con el sustrato en zonas rocosas, arrecifes coralinos y arrecifes artificiales (Allen *et al.* 1992, Prochazka 1998, Patzner 1999, Depczynski & Bellwood 2003, Greenfield 2003, Willis & Anderson 2003, Townsend & Tibbetts 2004, Depczynski & Bellwood 2005). En México los estudios son realmente pocos y se concentran en la región del golfo de California. Calderón (2004) realizó un estudio sobre la ictiofauna críptica asociada a tres tipos de arrecifes artificiales en La Paz, Baja California Sur; por otro lado, Romero (2002) y Zayas-Álvarez (2005) analizaron la estructura comunitaria de peces crípticos en diferentes sustratos como colonias de coral, paredes rocosas y arrecifes artificiales.

Debido a la dificultad de censar peces pequeños que se mantienen ocultos, es necesaria la captura de estos organismos para lograr su identificación. Se han utilizado diferentes métodos para estimar la abundancia y riqueza de peces crípticos, entre estos se tiene el uso de explosivos (Williams & Hatcher 1983), censos con carnada o cebo (Stewart & Beukers 2000) y el uso de sustancias químicas como ictiocidas y anestésicos, de los cuales los más utilizados son la rotenona, la quinaldina y el aceite de clavo (Prochazka 1998, Willis 2001, Ackerman & Bellwood 2002, Zayas-Álvarez 2005). El uso del aceite de clavo para la captura de peces crípticos ha ofrecido una alternativa eficaz y de bajo costo (García-Gómez *et al.* 2002), siendo un producto natural obtenido de la planta del clavo, *Syzygium*

aromaticum, el cual se complementa con los censos visuales para las especies conspicuas para de esta manera tener un inventario más completo de las especies arrecifales.

Material y métodos

Se realizaron seis muestreos durante junio de 2006 en el arrecife coralino de Playa Mora (Fig. 1), que se ubica en la punta oriente de la Bahía Tenacatita, al suroeste del estado de Jalisco (19°16' N, 104°52' O). El arrecife se encuentra dividido en dos barras o bloques paralelos a la línea de costa, separados por una barra de arena. Los bloques se encuentran dispuestos con orientación norte-sur; las mayores profundidades se registran hacia el extremo este del bloque norte, con valores cercanos a los 9 m en mareas vivas. 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*), siendo *P. damicornis* la especie dominante del arrecife (López-Uriarte & Ríos-Jara 2004).

Mediante buceo SCUBA se colocaron transectos (25 x 1 m) sobre el sustrato coralino del arrecife, con una superficie total de muestreo de 150 m². Los transectos se ubicaron sobre las dos barras a profundidades de 4.5 m y 6 m, que representan la zona superficial y el borde del arrecife, respectivamente.

Durante los censos un buzo se encargaba de realizar el registro de las especies observadas y el número de organismos de cada una; mientras que otro se encargaba de recolectar

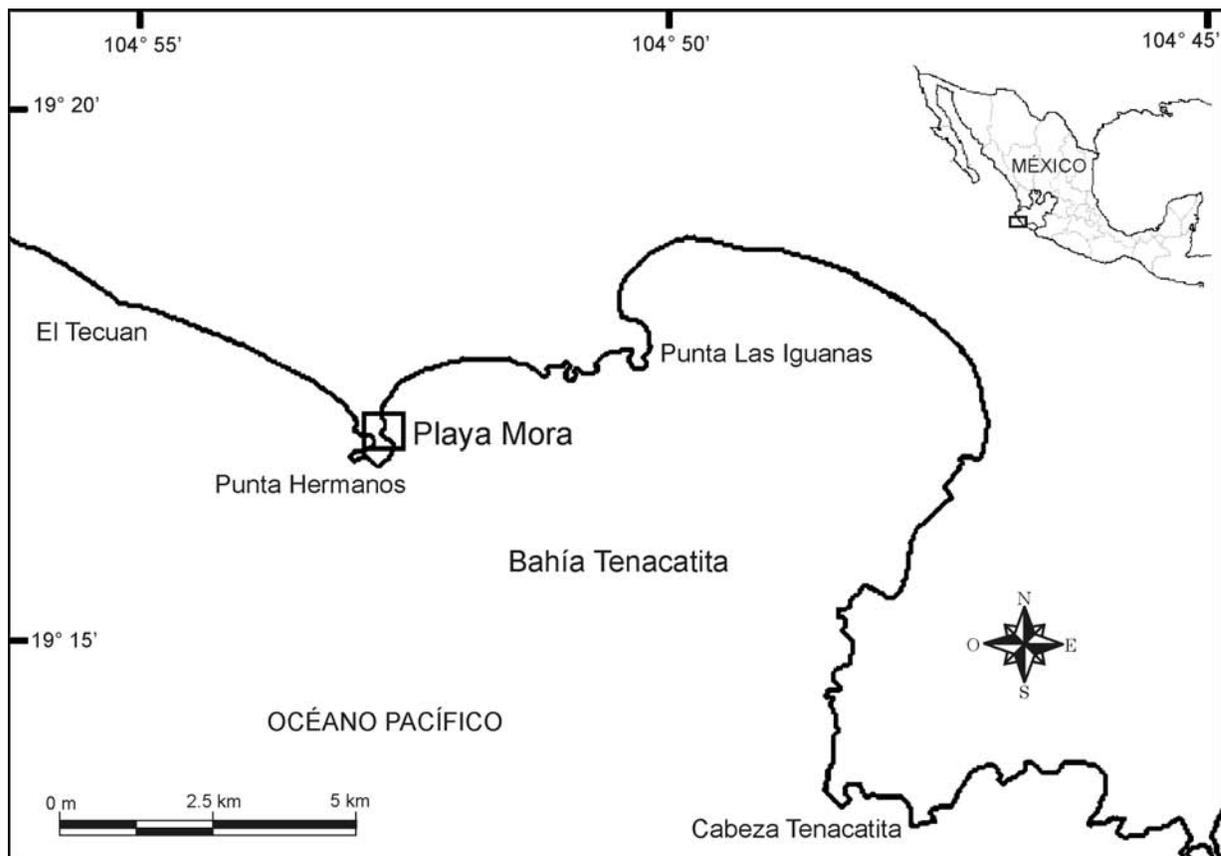


Figura 1. Localización de Playa Mora, Bahía Tenacatita, Jalisco, México.

especímenes de aquellos que no fueron posibles de identificar a simple vista. Para la captura de los peces se utilizó la aplicación directa de una solución de esencia de clavo diluida en alcohol etílico al 4%, el cual resulta poco agresivo al ambiente y a otros organismos ocultos entre las ramas de coral. Los organismos recolectados fueron fijados con formaldehído al 10% y preservados en alcohol etílico al 70%. Para la determinación de las especies se utilizaron los trabajos de Kerstitch (1989), Fischer *et al.* (1995), Allen & Robertson (1998), Thomson *et al.* (2000) y Humann & DeLoach (2004). Los especímenes fueron depositados en la colección de referencia de peces del Laboratorio de Ecosistemas Marinos y Acuicultura (LEMA) de la Universidad de Guadalajara.

Para evaluar el esfuerzo de muestreo realizado se elaboró una curva de acumulación de especies, siguiendo el modelo exponencial negativo: $S_n = (a[1 - \exp(-b \cdot n)]) / b$, donde S_n es el número medio de especies, a es la tasa de incremento de nuevas especies al comienzo del inventario y b es un parámetro relacionado con la forma de la curva. Este modelo es recomendado para zonas de muestreo relativamente pequeñas o si el grupo taxonómico es bien conocido (Soberón & Llorente 1993).

Para determinar la importancia de cada una de las especies se utilizó el Índice de Valor Biológico (IVB), con base en el trabajo de Loya-Salinas & Escofet (1990). Este índice asigna un valor a cada especie en función de su presencia y abundancia durante los muestreos y se expresa a manera de una puntuación.

Resultados

Se registraron un total de 78 organismos correspondientes a 13 especies de 13 géneros y siete familias. Las familias más abundantes fueron Cirrhitidae y Labrisomidae (0.21 ind/m², 33.33%, en cada caso), y las mejor representadas por su riqueza específica fueron Muraenidae y Labrisomidae, con tres especies cada una. Este trabajo incrementa en ocho

especies (*Malacoctenus ebisui*, *Coryphopterus urosphilus*, *Axoclinus carminalis*, *Starksia spinipennis*, *Uropterygius versutus*, *Paraclinus mexicanus*, *Elacatinus puncticulatus*, *Myrichthys tigrinus*) la lista de especies conocidas en este arrecife que constaba de 82 (Galván-Villa 2006). Mediante la curva de acumulación de especies se observa una pendiente con un valor de 1.03 y la proporción de especies que se

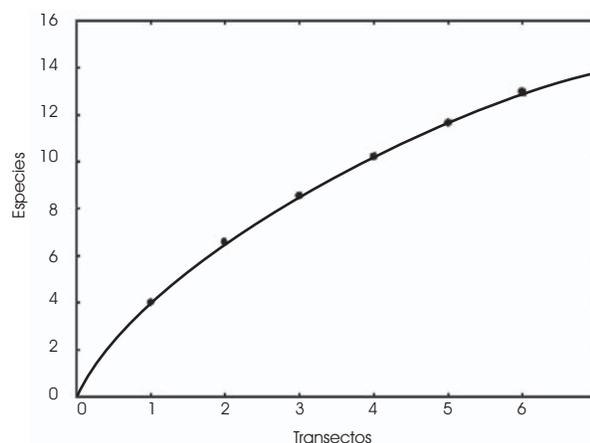


Figura 2. Número acumulado de especies de peces por transecto en el arrecife de Playa Mora.

registraron se estima en un 52% (Fig. 2).

Por medio del IVB se determinó a *Cirrhitichthys oxycephalus* (0.21 ind/m², 33.33%), *Malacoctenus ebisui* (0.17 ind/m², 26.92%) y *Ophioblennius steindachneri* (0.05 ind/m², 7.69%) como las tres especies dominantes sobre el sustrato coralino, que en conjunto representan poco más del 60% de la abundancia total, con una frecuencia de aparición 50% en todos los censos (Tabla I).

La estructura trófica está integrada por tres grupos, donde el más importante es el de los carnívoros, que representan el 91% de la abundancia y la mayor riqueza de especies, con 11; *O. steindachneri* fue la única especie herbívora, con una abundancia relativa de 7.7%; y *P. azaleus*, fue la única especie parásita, con un 1.3% de abundancia, es decir, un solo ejemplar. La dominancia por carnívoros

Tabla I. Valores del Índice de Valor Biológico aplicado a la ictiofauna críptica de Playa Mora. IVB= puntuación del índice de valor biológico, A= abundancia, Ar= abundancia relativa, Ara= abundancia relativa acumulada, Fr= frecuencia de aparición, ind/m²= densidad.

Especies	IVB	A	Ar	Ara	Fr (%)	Ind/m ²
<i>Cirrhichthys oxycephalus</i> (Bleeker, 1855)	24	26	33.33	33.33	83.33	0.216
<i>Ophioblennius steindachneri</i> Jordan & Everman, 1898	14	6	7.69	41.02	66.66	0.050
<i>Malacoctenus ebisui</i> Springer, 1958	13	21	26.92	67.94	50	0.175
<i>Coryphopterus urospilus</i> Ginsburg, 1938	7	7	8.97	76.92	33.33	0.058
<i>Axoclinus carminalis</i> (Jordan & Gilbert, 1882)	6	5	6.41	83.33	33.33	0.041
<i>Starksia spinipenis</i> (Al-Uthman, 1960)	5	4	5.12	88.46	16.66	0.033
<i>Uropterygius versutus</i> Bussing, 1991	4	3	3.84	92.30	16.66	0.025
<i>Plagiotremus azaleus</i> (Jordan & Bollman, 1890)	4	1	1.28	93.58	16.66	0.008
<i>Gymnomuraena zebra</i> (Shaw & Nodder, 1797)	4	1	1.28	94.87	16.66	0.008
<i>Paraclinus mexicanus</i> (Gilbert, 1904)	3	1	1.28	96.15	16.66	0.008
<i>Muraena lentiginosa</i> Jenyns, 1842	3	1	1.28	97.43	16.66	0.008
<i>Elacatinus puncticulatus</i> (Ginsburg, 1938)	1	1	1.28	98.71	16.66	0.008
<i>Myrichthys tigrinus</i> Girard, 1859	1	1	1.28	100	16.66	0.008
Total		78	100			

representa un arrecife bien conservado, de acuerdo a Claro & García-Arteaga (1994), que explican como en estas condiciones los peces herbívoros y planctívoros tienen una menor biomasa que los carnívoros, considerando que la abundancia de la cobertura de coral vivo es mayor que la abundancia de cobertura vegetal.

Respecto a la afinidad zoogeográfica, la comunidad se integra por una mezcla de especies de la región del Pacífico oriental tropical y de California, siendo principalmente componentes de la provincia Panámica, especies tropicales, y en menor número por especies de las provincias de San Diego en la costa del Pacífico y de la provincia de Cortés en el golfo de California, de afinidad templado-cálida.

Discusión

A lo largo de la costa del Pacífico oriental tropical, la mayoría de los arrecifes coralinos están contruidos por especies ramificadas del género *Pocillopora* (Cortés 1997, Glynn 2001). La diferencia en la distribución espacial de las especies (que da lugar a la zonación) se ha explicado como una consecuencia de la ventaja competitiva de *Pocillopora* sobre los otros

géneros, así como de la influencia de la luz y la acción de los peces de la familia Pomacentridae, quienes destruyen el tejido vivo de los corales masivos para ampliar luego sus territorios al área de la colonia afectada (Porter 1974, Wellington 1982).

Se ha cuestionado la posible correlación entre la presencia de peces y el sustrato coralino. Algunos estudios concluyen que la presencia de corales vivos no es suficiente para explicar la diversidad de peces de arrecife (Risk 1972, Luckhurst & Luckhurst 1978, Sale & Douglas 1984, Roberts & Ormond 1987). Sin embargo, varios especialistas han encontrado correlaciones positivas entre la cantidad de la cobertura de coral vivo y la riqueza y abundancia de peces (Reese 1981, Bell & Galzin 1984, Villareal-Cavazos *et al.* 2000). Bell & Galzin (1984) concluyen que el porcentaje de coral vivo tiene una fuerte influencia positiva, tanto sobre la riqueza de especies como sobre la abundancia de peces residentes, y que es probable que el coral muerto sea una causa de una reducción significativa en la abundancia y número de especies de peces arrecifales. Sano *et al.* (1984), en una serie de experimentos usando fragmentos de corales vivos y muertos, informan que, en general, las colonias de coral

muerto soportan menos individuos y especies de peces residentes que las colonias vivas. Aunque varios estudios sugieren que la complejidad del hábitat es el mejor predictor de la riqueza de especies observada, sin duda la composición del sustrato en los arrecifes no es la única razón que explica la presencia de peces crípticos; también influye el tamaño del arrecife, profundidad, complejidad estructural y pequeños cambios en la cobertura de coral vivo por actividades territoriales de otros peces o cambios ambientales (Dart 1972, Neudecker 1979, Bell & Galzin 1984, Willis & Anderson 2003); además otros estudios (Sale 1979, Bohnsack & Talbot 1980, Almany 2003) concluyen que la estructura de estas comunidades no está en equilibrio, debido a las elevadas variaciones en el reclutamiento y mortalidad por depredación u otras causas.

La estructura del arrecife de Playa Mora a base de corales de tipo ramificado, principalmente de la especie *P. damicornis* una de las especies dominantes del Pacífico oriental (Chávez-Romo & Reyes-Bonilla 2007), resulta un buen ejemplo de la amplia capacidad que tienen los arrecifes formados por sustratos coralinos vivos para albergar una gran cantidad de especies e individuos, tanto de peces como de invertebrados, a pesar de no ser ambientes marinos característicos del Pacífico mexicano. Además, se sabe que los corales *Pocillopora* son depredados por diversos organismos como el pez tamboril *Arothron meleagris* (Guzmán 1988) y/o compiten con el crecimiento de comunidades algales (Lapointe 1997) que da paso a la inclusión de especies herbívoras.

Para el caso de Playa Mora, la especie más abundante y frecuente sobre las barras de coral que conforman el arrecife fue *C. oxycephalus*, el cual está ampliamente distribuido en el Pacífico oriental (Allen & Robertson 1998); es un residente importante de otros arrecifes coralinos en el Pacífico mexicano (Arreola-Robles 1998, Zayas-Álvarez 2005). Se asocia generalmente con las cabezas de coral, desde casi la superficie hasta profundidades de cerca

de 15 m, y por las noches se esconde entre las ramas para protegerse. A pesar de no tener una de las mayores abundancias, *O. steindachneri* presenta una alta frecuencia en el arrecife (66.66%), siendo menos selectivo respecto al sustrato que *C. oxycephalus* que resultó la especie dominante, ya que por su dieta a base de algas requiere moverse sobre una amplia superficie del arrecife para buscarlas, y esto incluye tanto el coral como las rocas que rodean el arrecife. Por otro lado, *M. ebisui*, que presenta una alta abundancia, es menos frecuente (50%); ésta es una especie con un mayor grado de asociación a los bordes del arrecife, donde se encuentra una transición de sustratos: coralino-rocoso-arenoso, sitio propicio para el desarrollo de gusanos bénticos, de los cuales se alimenta, además de encontrar una alta variedad de refugios.

El conocimiento sobre las comunidades crípticas debido a su naturaleza resulta aún escaso, y la realización de los inventarios aunque parece algo sencillo no lo es, más aún cuando se trabaja con especies raras. Aunque se logró el registro de nuevas especies para el arrecife de Playa Mora, el esfuerzo de muestreo realizado no fue suficiente para lograr llegar a una asíntota en la curva de especies (Fig. 2), pero posiblemente la utilización de otras técnicas de muestreo ayude a que esto sea posible.

Agradecimientos

Agradezco la ayuda de Alma R. Ávila-Santelises durante el trabajo de muestreo y Arizbeth Alonso-Domínguez por la traducción al francés. De manera especial a Juan Jacobo Schmitter-Soto por sus comentarios al manuscrito. Este trabajo es resultado del primer diplomado en Técnicas y Métodos de Buceo Científico en Ecología Marina, realizado por el Comité de Control de Seguridad de Buceo de la Universidad de Guadalajara.

Referencias

- Ackerman, J.L. & D.R. Bellwood. 2000. Reef fish assemblages: a re-evaluation using enclosed rotenone stations. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 206: 227-237.
- Ackerman, J.L. & D.R. Bellwood. 2002. Comparative efficiency of clove oil vs rotenone for sampling tropical reef fish assemblages. *J. Fish Biol.* 60: 893-901.
- Allen, G.R. & D.R. Robertson. 1998. Peces del Pacífico oriental tropical. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Agrupación Sierra Madre, México, 327 pp.
- Allen, R.G., L.S. Bouvier & R.E. Jensen. 1992. Abundance, diversity and seasonality of cryptic fishes and their contribution to a temperate reef fish assemblage off Santa Catalina Island, California. *Bull. South. Calif. Acad. Sci.* 91(2): 55-69.
- Almany, R.G. 2003. Priority effects in coral reef fish communities. *Ecology* 84(7): 1920-1935.
- Arreola-Robles, J.L. 1998. Diversidad de peces de arrecife en la región de La Paz, B.C.S., México. Tesis de Maestría, Centro Interdisciplinario de Ciencias del Mar, Instituto Politécnico Nacional, 83 pp.
- Bell, J.D. & R. Galzin. 1984. Influence of live coral cover on coral-reef fish communities. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 15: 265-274.
- Bohnsack, J.A. & F.H. Talbot. 1980. Species packing by reef fishes on Australian and Caribbean reefs: An experimental approach. *Bull. Mar. Sci.* 30: 710-723.
- Brock, R.E. 1982. A critique of visual census method for assessing coral reef fish populations. *Bull. Mar. Sci.* 32: 269-275.
- Calderón, P.M. 2004. Ictiofauna asociada a dispositivos agregadores de peces dentro de la Bahía de La Paz, B.C.S., México. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz, México.
- Chávez-Romo, H.E. & H. Reyes-Bonilla. 2007. Reproducción sexual del coral *Pocillopora damicornis* al sur del golfo de California, México. *Ciencias Marinas* 33(4): 495-501.
- Claro, R. & J.P. García-Arteaga. 1994. Estructura de las comunidades de peces en los arrecifes del grupo insular Sabana-Camagüey, Cuba. *Avicennia* 2: 83-107.
- Cortés, J. 1997. Biology and geology of eastern Pacific coral reefs. *Coral Reefs* 16: 39-46.
- Dart, J.K.G. 1972. Echinoids, algal lawn and coral recolonization. *Nature* 239: 50-51.
- Depczynski, M. & D.R. Bellwood. 2003. The role of cryptobenthic reef fishes in coral reef trophodynamics. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 256: 183-191.
- Depczynski, M. & D.R. Bellwood. 2005. Wave energy and spatial variability in community structure of small cryptic coral reef fishes. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 303: 283-293.
- 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, pp: 647-1813.
- Galván-Villa, C.M. 2006. Estructura de la comunidad de peces asociados al arrecife coralino de Playa Mora, Bahía Tenacatita, Jalisco. Tesis de licenciatura, Universidad de Guadalajara, Guadalajara, México.
- García-Gómez, A., F. de la Gándara & T. Raja. 2002. Utilización del aceite de clavo, *Syzygium aromaticum* L. (Merr. & Perry), como anestésico eficaz y económico para labores rutinarias de manipulación de peces marinos cultivados. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.* 18(1-4): 21-23.
- Glynn, P.W. 2001. Eastern Pacific coral reef ecosystem. Pp: 281-305, *In* Seeliger U. & B. Kjerfve (eds.), *Coastal Marine Ecosystems of Latin America*. Springer-Verlag, Berlin.
- Greenfield, D.W. 2003. A survey of the small reef fishes of Kane'one Bay, O'ahu, Hawaiian Islands. *Pacific Science* 57: 45-76.
- Guzmán, H.M. 1988. Distribución y abundancia de organismos coralívoros en los arrecifes coralinos de la Isla del Caño, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 36: 191-207.
- Humann, P. & N. DeLoach. 2004. Reef fish identification, Baja to Panama. New World Publications, Inc., Jacksonville, Florida, 343 pp.
- Kerstitch, A.N. 1989. Field guide to marine invertebrates of the Sea of Cortez. Sea Challengers, Monterey, 120 pp.
- Lapointe, B.E. 1997. Nutrient thresholds for bottom-up control of macroalgal blooms on coral reefs in Jamaica and southeast Florida. *Limnology and Oceanography* 42: 1119-1131.
- López-Urriarte, 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 pp.
- Loya-Salinas, D.H. & A. Escofet. 1990. Aportaciones al cálculo del Índice de Valor Biológico (Sanders, 1960). *Ciencias Marinas* 16(2): 97-115.
- Luckhurst, B.E. & K. Luckhurst. 1978. Diurnal space utilization in coral reef fish communities. *Marine Biology* 49: 325-332.
- Neudecker, S. 1979. Effects of grazing and browsing fishes on the zonation of corals in Guam. *Ecology* 60: 666-672.
- Patzner, R.A. 1999. Habitat utilization and depth distribution of small cryptobenthic fishes (Blenniidae, Gobiidae, Gobiidae, Tripterygiidae) in Ibiza (Western Mediterranean Sea). *Environ. Biol. Fish.* 55: 199-206.
- Porter, J.W. 1974. Community structure of coral reefs on opposite sides of the Isthmus of Panama. *Science* 186: 543-545.
- Prochazka, K. 1998. Spatial and trophic partitioning in cryptic fish communities of shallow subtidal reef in False Bay, South Africa. *Environ. Biol. Fish.* 55: 207-214.
- Reese, E.S. 1981. Predation on coral by fishes of the family

- Chaetodontidae: implications for conservation and management of coral reef ecosystems. *Bull. Mar. Sci.* 31: 594-604.
- Risk, M.J. 1972. Fish diversity on a coral reef in the Virgin Islands. *Atoll. Res. Bull.* 153: 1-6.
- Roberts, C.M. & R.F.G. Ormond. 1987. Habitat complexity and coral reef fish diversity and abundance on Red Sea fringing reefs. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 41: 1-8.
- Romero, P.R.C. 2002. Estructura comunitaria de peces asociados a cabezas de coral en cuatro localidades de Bahía de La Paz, B.C.S., México. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz, México.
- Sale, P.F. 1979. Recruitment, loss and coexistence in a guild of territorial coral reef fishes. *Oecologia* 42: 159-179.
- Sale, P.F. 1991. The ecology of fishes on coral reefs. academic press, San Diego, California, 754 pp.
- Sale, P.F. & W.A. Douglas. 1984. Temporal variability in the community structure of fish on coral patch reefs and relation of community structure. *Ecology* 65(2): 409-422.
- Sano, M., M. Shimizu & Y. Nose. 1984. Changes in the structure of coral reef fish communities by destruction of hermatypic corals: observational and experimental views. *Pacific Science* 38: 51-79.
- Soberón, J. & J. Llorente. 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology* 7: 480-488.
- Stewart, B.D. & J.S. Beukers. 2000. Baited technique improves censuses of cryptic fish in complex habitats. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 197: 259-272.
- 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 Texas Press, Austin, 353 pp.
- Townsend, K.A. & I.R. Tibbetts. 2004. The ecological significance of the combtoothed blenny in a coral reef ecosystem. *J. Fish Biol.* 65: 77-90.
- Villarreal-Cavazos, A., H. Reyes-Bonilla, B. Bermúdez-Almada & O. Arizpe-Covarrubias. 2000. Los peces del arrecife de Cabo Pulmo, Golfo de California, México: Lista sistemática y aspectos de abundancia y biogeografía. *Rev. Biol. Trop.* 48(2-3): 413-424.
- Wellington, G.M. 1982. Depth zonation of corals in the Gulf of Panama: control and facilitation by resident reef fishes. *Ecological Monographs* 52: 223-241.
- Williams, D.M. & A.I. Hatcher. 1983. Structure of fish communities on outer slopes of inshore, midshelf and outer shelf reefs of the Great Barrier Reef. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 10: 239-250.
- Willis, T.J. 2001. Visual census methods underestimate density and diversity of cryptic reef fishes. *J. Fish Biol.* 59(5): 1408-1411.
- Willis, T.J. & M.J. Anderson. 2003. Structure of cryptic reef fish assemblages. Relationships with habitat characteristics and predator density. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 257: 209-221.
- Zayas-Alvarez, J.A. 2005. Análisis temporal de la estructura comunitaria de los peces crípticos asociados a un arrecife artificial en Punta Diablo, Bahía de La Paz, B.C.S. Tesis de Maestría, Centro Interdisciplinario de Ciencias del Mar, Instituto Politécnico Nacional, La Paz, México..

Recibido: 27 de noviembre de 2007.

Aceptado: 1° de julio de 2008.