

Serie de Publicaciones Periódicas

Año 2017 • Volumen 46 (1)



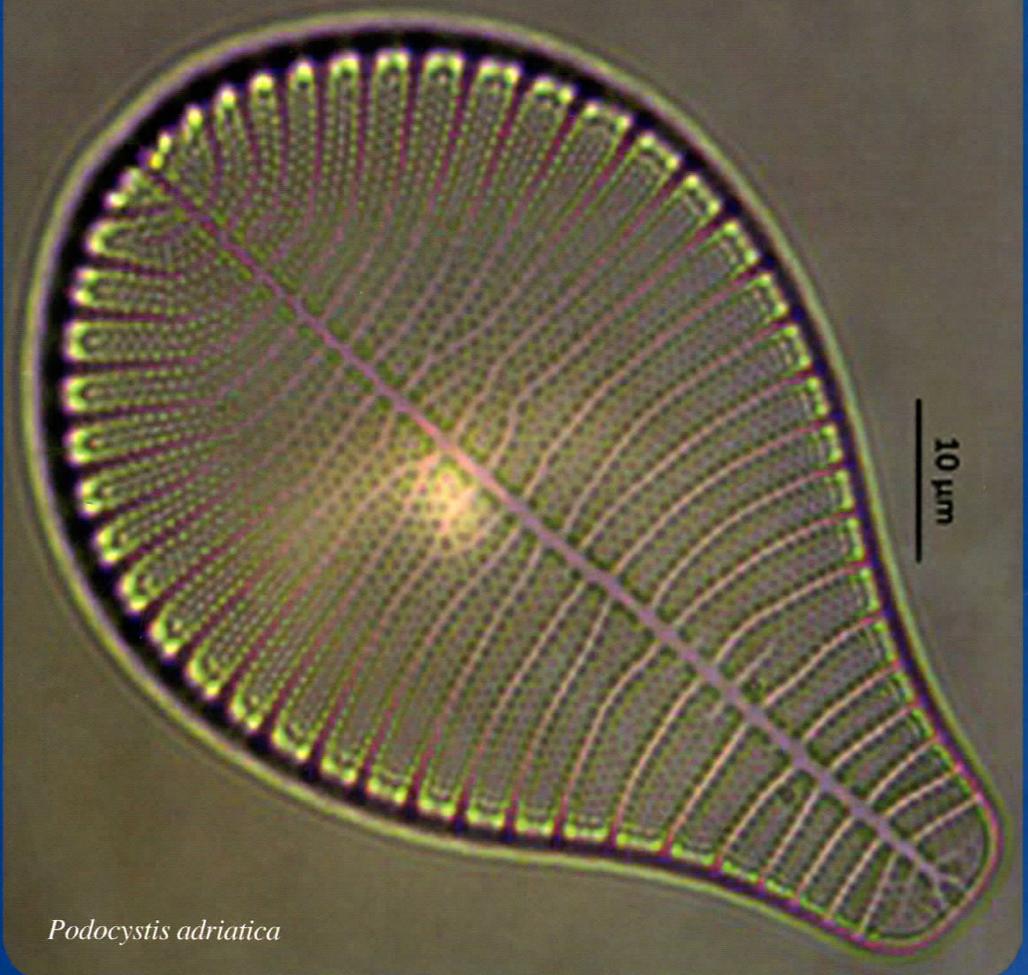
Santa Marta • Colombia

ISSN: 0122-9761

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andrés"  
Vinculado al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

# BOLETÍN DE INVESTIGACIONES MARINAS Y COSTERAS

(Bol. Invest. Mar. Cost.)



*Podocystis adriatica*

---

**CONTENIDO • CONTENTS**

---

**E. Ramos-Santiago y M. Tapia-García**

Estructura de la comunidad de peces en la Bahía La Entrega, Oaxaca, México  
[Fish community structure in La Entrega Bay, Oaxaca, Mexico] . . . . . 7

**J. F. Eraso-Ordoñez, D. M. Bustos-Montes, S. Salas-Castro, A. Girón y M. Rueda**

Fecundidad de *Scomberomorus sierra* (Perciformes: Scombridae) en el Pacífico colombiano  
[Fecundity of *Scomberomorus sierra* (Perciformes: Scombridae) in the Colombian Pacific] . . . . . 29

**L. A. Vidal, K. Ospino-Acosta, K. Linares-Vargas y R. García-Urueña**

Diatomeas asociadas a macroalgas en placas permanentes de la colección del profesor Germán Bula Meyer, Universidad del Magdalena, Colombia  
[Diatoms associated to macroalgae in permanent plates in the collection of Profesor Germán Bula Meyer, Universidad del Magdalena, Colombia] . . . . . 45

**J. A. Silva and S. Zea**

New records of sponges of the genera *Petrosia* and *Xestospongia* (Demospongiae: Haplosclerida: Petrosiidae) from the Colombian Caribbean  
[Nuevos registros de esponjas de los géneros *Petrosia* y *Xestospongia* (Demospongiae: Haplosclerida: Petrosiidae) para el Caribe colombiano] . . . . . 113

**M. A. Cifuentes-Ossa, L. V. Rosero-Henao y J. Josephraj Selvaraj**

Detección de cambios de la línea costera al norte del Distrito de Buenaventura mediante el uso de sensores remotos  
[Detection of shoreline changes in the northern District of Buenaventura using remote sensing] . . . . . 137

**J. Paramo, J. Motta and J. De La Hoz**

Population structure of grenadier fish *Coelorinchus caelorhincus* in deep waters of the Colombian Caribbean coast  
[Estructura poblacional del pez macrúrido *Coelorinchus caelorhincus* en aguas profundas de la costa Caribe de Colombia] . . . . . 153

**N. Sainz-López**

Comparative analysis of traditional solar saltworks and other economic activities in a Portuguese protected estuary  
[Análisis comparativo entre salinas solares tradicionales y otras actividades económicas en un estuario protegido Portugués] . . . . . 171

---

**CONTENIDO • CONTENTS**

---

**E. Ramos-Santiago y M. Tapia-García**

Estructura de la comunidad de peces en la Bahía La Entrega, Oaxaca, México  
[Fish community structure in La Entrega Bay, Oaxaca, Mexico] . . . . . 7

**J. F. Eraso-Ordoñez, D. M. Bustos-Montes, S. Salas-Castro, A. Girón y M. Rueda**

Fecundidad de *Scomberomorus sierra* (Perciformes: Scombridae) en el Pacífico colombiano  
[Fecundity of *Scomberomorus sierra* (Perciformes: Scombridae) in the Colombian Pacific] . . . . . 29

**L. A. Vidal, K. Ospino-Acosta, K. Linares-Vargas y R. García-Urueña**

Diatomeas asociadas a macroalgas en placas permanentes de la colección del profesor Germán Bula Meyer, Universidad del Magdalena, Colombia  
[Diatoms associated to macroalgae in permanent plates in the collection of Profesor Germán Bula Meyer, Universidad del Magdalena, Colombia] . . . . . 45

**J. A. Silva and S. Zea**

New records of sponges of the genera *Petrosia* and *Xestospongia* (Demospongiae: Haplosclerida: Petrosiidae) from the Colombian Caribbean  
[Nuevos registros de esponjas de los géneros *Petrosia* y *Xestospongia* (Demospongiae: Haplosclerida: Petrosiidae) para el Caribe colombiano] . . . . . 113

**M. A. Cifuentes-Ossa, L. V. Rosero-Henao y J. Josephraj Selvaraj**

Detección de cambios de la línea costera al norte del Distrito de Buenaventura mediante el uso de sensores remotos  
[Detection of shoreline changes in the northern District of Buenaventura using remote sensing] . . . . . 137

**J. Paramo, J. Motta and J. De La Hoz**

Population structure of grenadier fish *Coelorinchus caelorhincus* in deep waters of the Colombian Caribbean coast  
[Estructura poblacional del pez macrúrido *Coelorinchus caelorhincus* en aguas profundas de la costa Caribe de Colombia] . . . . . 153

**N. Sainz-López**

Comparative analysis of traditional solar saltworks and other economic activities in a Portuguese protected estuary  
[Análisis comparativo entre salinas solares tradicionales y otras actividades económicas en un estuario protegido Portugués] . . . . . 171

## ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD DE PECES EN LA BAHÍA LA ENTREGA, OAXACA, MÉXICO.

Eduardo Ramos-Santiago<sup>1</sup> y Margarito Tapia-García<sup>2</sup>

1 Centro Regional de Investigación Pesquera, Prolongación Playa Abierta S/N, Col. Miramar, C.P. 70680, Salina Cruz, Oaxaca, México. Email: eduardo.ramos@inapesca.gob.mx

2 Departamento de Hidrobiología, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. Apartado Postal 55-535, C.P. 09340, D.F., México Email: mtg@xanum.uam.mx

### RESUMEN

Los estudios ecológicos sobre la comunidad de peces en la Bahía de La Entrega respecto a la composición, diversidad, distribución y abundancia son escasos a pesar de poseer una de las placas de arrecifes de coral más grandes de la región, con una gran variedad de ambientes y hábitats, y por lo tanto de organismos acuáticos que han sido poco estudiados. Se realizaron cinco salidas al área de estudio entre noviembre de 2002 y agosto de 2003, el trabajo se llevó a cabo mediante censos visuales en transectos de banda paralelos a la línea de costa de 10 m de largo. Cada censo se realizó mediante dos buzos y considerando un campo de visión de 5 m. Se ubicaron 10 transectos distribuidos de la siguiente forma: cinco en la placa coralina, tres en el ambiente de fondo rocoso y dos en el ambiente de fondo arenoso frente a la zona comercial de la bahía. Se identificaron un total de 65 especies, 49 géneros y 28 familias. Las familias más representadas fueron: Labridae con nueve especies y cinco géneros, Pomacentridae con ocho especies y cuatro géneros y Tetraodontidae con cinco especies y tres géneros. La mayor abundancia de peces fue característica del arrecife coralino, principalmente durante la época de lluvias. La mayor diversidad y riqueza de especies se presentó en el ambiente rocoso durante la época de lluvias. El análisis de clasificación indicó una estructura comunitaria diferente para los ambientes de arrecife coralino, rocoso y arenoso. *Thalassoma lucasanum*, *Stegastes acapulcoensis*, *Prionurus punctatus*, *Chromis atrilobata*, *Haemulon maculicauda* y *Chaetodon humeralis* fueron las especies dominantes en el ambiente arrecifal. *Stegastes acapulcoensis*, *Microspathodon dorsalis*, *C. atrilobata*, *Apogon pacificus* y *Halichoeres notospilus* fueron dominantes en el ambiente rocoso. *Haemulon maculicauda*, *Haemulon steindachneri*, *Mugil curema* y *Mulloidichthys dentatus* fueron dominantes en el ambiente arenoso. La riqueza de especies muestra una relación directa con la temperatura del agua, siendo mayor a temperaturas más altas. Las variaciones de abundancia en los cinco meses de muestreo fueron estadísticamente diferentes.

**PALABRAS CLAVE:** Ecología, Comunidad de peces, Arrecife coralino, Diversidad, Dominancia.

### ABSTRACT

**Fish community structure in La Entrega Bay, Oaxaca, Mexico.** The ecological studies on the fish community in La Entrega Bay about its composition, diversity, distribution, and abundance

are insufficient, although it has one of the largest structured coral reef, with a variety of environments, habitats, and aquatic organisms poorly studied. Five samples were made in November 2002, March and April 2003, which correspond to the dry season; and June and August 2003 during the rainy season, through visual censuses with band transects of 10 m long and parallel to coastline. Each census was conducted by two divers and considering a field of view of 5 m. Ten transects were distributed in the following way: five in the coral reef, three in the rocky reef, and two in the sandy bottom in front of the commercial area of the Bay. A total of 65 species, 49 genus and 28 families were identified. The most representative families were Labridae, with nine species and five genera, Pomacentridae with eight species and four genera and Tetraodontidae with five species and three genera. The greatest abundance of fish was characteristic of the coral reef, mainly during the rainy season. The greatest diversity and specific richness occurred on the rocky reef during the rainy season. The classification analysis indicates a different community structure for coral reef, rocky, and sandy environments. *Thalassoma lucasanum*, *Stegastes acapulcoensis*, *Prionurus punctatus*, *Chromis atrilobata*, *Haemulon maculicauda* and *Chaetodon humeralis* were dominant species on the coral reef. *Stegastes acapulcoensis*, *Microspathodon dorsalis*, *C. atrilobata*, *Apogon pacificus* and *Halichoeres notospilus* were dominant species on the rocky reef. *Haemulon maculicauda*, *Haemulon steindachneri*, *Mugil curema* and *Mulloidichthys dentatus* were dominant species on the sandy environment. The specific richness has a direct relationship with temperature. The abundance variations during the five months of sampling were statistically different.

**KEY WORDS:** Ecology, Fish community, Coral reefs, Diversity, Dominance.

## INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas se ha incrementado el interés por la ecología de peces en sistemas arrecifales con énfasis en aquellos estudios enfocados en determinar los factores que estructuran la comunidad íctica. Sin embargo, la complejidad estructural y su influencia en la diversidad y abundancia de los peces de arrecifes coralinos, así como los cambios provocados por alteraciones en la estructura del hábitat y por lo tanto en la comunidad de peces han cobrado mayor interés en años recientes (Almany, 2004; Nanami *et al.*, 2005; Álvarez-Filip *et al.*, 2006). El establecimiento de las relaciones entre la estructura del hábitat y la comunidad de peces en el complejo turístico Bahías de Huatulco permitirá ampliar el conocimiento acerca de los diferentes procesos que actúan sobre la comunidad íctica, como resultado de una amplia gama de procesos naturales locales o bien por posibles efectos que generan las diferentes actividades antropogénicas (Tapia-García *et al.*, 1998). La estructura de la comunidad de peces en algunas localidades de las Bahías de Huatulco, principalmente de las placas de arrecifes de coral, ha sido analizada por Barrientos-Villalobos (2000), Ramírez-Gutiérrez *et al.* (2007), López-Pérez *et al.* (2010) y Juárez-Hernández *et al.* (2013). Sin embargo, es necesario profundizar en la forma

en que se estructura la comunidad de peces considerando la interacción entre los sistemas de arrecifes, de fondo rocoso y arenoso, tanto espacial como temporalmente, por lo cual se planteó como objetivo caracterizar la comunidad de peces en función de su composición, distribución, diversidad y abundancia, así como la variación temporal durante las diferentes épocas climáticas, considerando los ambientes rocoso, arenoso y coralino. Esta información representa una gran prioridad respecto a las estrategias que se requieren aplicar actualmente en esta Bahía, como resultado de la intensa actividad turística que se desarrolla, con escasas regulaciones y que causan un deterioro de los recursos existentes. La información ecológica que se genere será base primordial para la toma de decisiones orientadas a su protección, conservación y manejo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Las Bahías de Huatulco se localizan en el Pacífico mexicano, en el Estado de Oaxaca entre punta Sacrificio en la bahía de San Agustín y la desembocadura de río Copalita ( $15^{\circ} 40' 56'' - 47' 18''$  y  $96^{\circ} 02' 54'' - 14' 19''$  W). La Entrega es una pequeña Bahía que se localiza en el extremo suroeste de la bahía de Santa Cruz, en la parte central de las Bahías de Huatulco ( $15^{\circ} 44' 39'' - 45''$  N y  $96^{\circ} 07' 36'' - 42''$  W), con un área aproximada de 79 600 m<sup>2</sup> y rodeada de vegetación constituida principalmente por selva baja caducifolia. La playa arenosa principal (libre de construcciones) tiene un área aproximada 8 150 m<sup>2</sup> y una longitud de 250 m; la placa arrecifal tiene un área aproximada de 45 500 m<sup>2</sup> (Figura1). En la placa de arrecife de coral se encuentran 7 de las 12 especies de corales registradas en la región: *Pocillopora verrucosa*, *P. capitata*, *P. inflata*, *P. damicornis*, *Porites panamensis*, *Pavona gigantea* y *P. varians* (Glynn y Leyte-Morales, 1997; Glynn, 1999).

El clima en la región es de tipo cálido subhúmedo con lluvias en verano, se observan dos épocas climáticas bien marcadas, la de secas (noviembre-abril) y la de lluvias (mayo-octubre). De octubre a abril-mayo se presenta una surgencia eólica en la parte central del Golfo de Tehuantepec, lo que determina una variación de la temperatura superficial del agua de mar entre 18 y 25° C, y de mayo a octubre domina la corriente costera de Costa Rica, la cual determina temperaturas superiores a los 24° C (Monreal-Gómez y Salas de León, 1998; Tapia-García *et al.*, 2007).



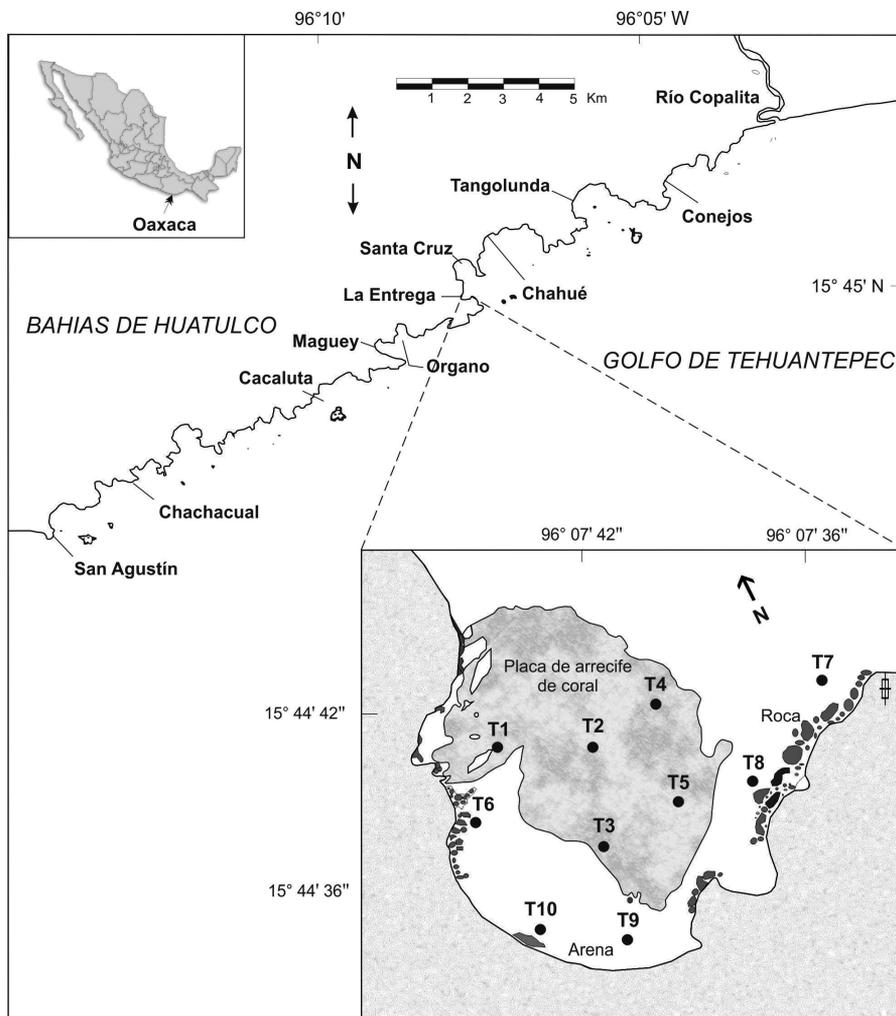


Figura 1. Localización del área de estudio. Bahías de Huatulco, Oaxaca (modificado de Mitchell-Arana, 1994). Se indica el número y ubicación de transectos en cada ambiente.

Se realizaron cinco salidas de campo en noviembre de 2002, marzo y abril de 2003, que corresponden al periodo de secas; y junio y agosto de 2003 durante la época de lluvias. Se establecieron 10 puntos de muestreo ubicados con un GPS y distribuidos en toda la bahía considerando los ambientes de fondo rocoso, coralino y arenoso (Figura 1). La identificación y cuantificación de las especies de peces se realizó a través de la técnica de censos visuales (Sale, 1980; Brock, 1982; Buckley y Hueckel, 1989), con transectos de banda de 10 m de largo paralelos a la línea de costa. Los censos

se realizaron durante las horas de mayor iluminación para obtener una mejor visibilidad en el censo. Dos buzos previamente entrenados, se ubicaron a cada lado del transecto a una distancia aproximada de 2.5 m entre transecto y buzo; se consideró un campo de visión aproximado de 2.5 m de distancia del lado opuesto del transecto, lo que permitió cubrir un área total de 100 m<sup>2</sup> alrededor del transecto en un tiempo no mayor a cinco minutos. Al finalizar cada censo se repitió nuevamente el recorrido para la búsqueda de especies crípticas. Los censos fueron respaldados con fotografía y video subacuático para una verificación posterior de las especies. En la placa coralina se ubicaron un total de cinco transectos (1, 2, 3, 4 y 5), con una profundidad entre 1.0 y 5.5 m; en el ambiente de fondo rocoso se realizaron tres transectos (6, 7 y 8); en el ambiente de fondo arenoso se ubicaron dos transectos (9 y 10) frente a la zona comercial de la Bahía (Figura 1). Se midieron las variables ambientales como la temperatura (°C) con un termómetro de cubeta, pH con un potenciómetro Cole-Palmer y oxígeno disuelto (mg/L) con un oxímetro portátil. La salinidad fue tomada de Sosa-Rosas (1995). Las especies censadas fueron identificadas de acuerdo con Fischer *et al.* (1995), Allen y Robertson (1998), Robertson y Allen (2015) y la base de datos FISHBASE (Froese y Pauly, 2015).

En cada ambiente se calculó la abundancia en densidad (individuos/m<sup>2</sup>), la riqueza de especies (D) de Margalef (1958), la diversidad (H') de Shannon y Weaver (1963) y el índice de equidad (J) de Pielou (1977). Para el análisis de patrones de distribución y afinidad de los grupos bióticos se aplicó el análisis de clasificación por conglomerados a través del método de Ward (1963) considerando la abundancia de las especies (Gauch, 1982), utilizando el paquete STATISTICA (StatSoft Inc., Tulsa, EE.UU.). Los datos fueron analizados y explorados para determinar los supuestos de normalidad (prueba de Shapiro-Wilk) y homogeneidad de varianzas (prueba de Bartlett), y transformados logarítmicamente para corregir las desviaciones con respecto a la distribución normal (Salgado-Ugarte, 1992; Zar, 1999; Waite, 2000). Para determinar diferencias significativas de la abundancia entre meses, se realizó un análisis de varianza de un factor. Cuando la interacción fue significativa, se realizó la prueba de comparaciones múltiples de Bonferroni, también aplicada a los índices de diversidad, ya que reduce al máximo la probabilidad de atribuir erróneamente significancia a las comparaciones individuales (Waite, 2000); para ello se utilizó el paquete estadístico STATA (StataCorp LP, Texas, EE.UU.). Las variables ambientales se correlacionaron con la riqueza específica utilizando el coeficiente de correlación de Spearman.

## RESULTADOS

Se identificaron un total de 65 especies, 49 géneros y 28 familias (Tabla 1). La familia Labridae fue la mejor representada con un total de nueve especies y cinco géneros, seguida por Pomacentridae con ocho especies y cuatro géneros y Tetraodontidae con un total de cinco especies y tres géneros.

tabla 1. Lista sistemática y abundancia de las especies de peces registrados por censos visuales para los diferentes ambientes en la Bahía la Entrega, Huatulco.

<i>Especie</i>	<b>Ambiente</b>			
	<b>Coral</b>	<b>Roca</b>	<b>Arena</b>	<b>Total</b>
<b>Familia Muraenidae</b>				
<i>Gymnomuraena zebra</i> (Shaw, 1797)	1			1
<i>Muraena lentiginosa</i> Jenyns, 1842		2	2	4
<b>Familia Mugilidae</b>				
<i>Mugil curema</i> Valenciennes, 1836		4	86	90
<b>Familia Hemiramphidae</b>				
<i>Hemiramphus saltator</i> (Gilbert y Starks, 1904)	96	1	22	119
<b>Familia Holocentridae</b>				
<i>Myripristis leiognathus</i> Valenciennes, 1846	24			24
<i>Sargocentron suborbitale</i> (Gill, 1863)	3			3
<b>Familia Fistularidae</b>				
<i>Fistularia commersonii</i> Rüppell, 1838	7	5	4	16
<b>Familia Scorpaenidae</b>				
<i>Scorpaena mystes</i> Jordan y Starks, 1895		1		1
<b>Familia Serranidae</b>				
<i>Cephalopholis panamensis</i> (Steindachner, 1876)	2	4		6
<i>Epinephelus labriformis</i> (Jenyns, 1843)	8	6		14
<i>Serranus psittacinus</i> Valenciennes, 1846	2			2
<b>Familia Apogonidae</b>				
<i>Apogon pacificus</i> (Herre, 1935)		65		65
<b>Familia Carangidae</b>				
<i>Caranx caninus</i> Günther, 1867	90	1	82	173
<i>Selar crumenophthalmus</i> (Bloch, 1793)	521		850	1371
<i>Seriola rivoliana</i> Cuvier, 1833	1			1
<i>Trachinotus rhodopus</i> (Gill, 1863)	10		17	27
<b>Familia Lutjanidae</b>				
<i>Lutjanus argentiventris</i> (Peters, 1869)	25	13	7	45
<b>Familia Gerreidae</b>				
<i>Eucinostomus currani</i> (Zahuranec, 1980)			16	16
<i>Gerres simillimus</i> Regan, 1907			1	1
<b>Familia Haemulidae</b>				
<i>Haemulon maculicauda</i> (Gill, 1862)	232	34	193	459
<i>Haemulon sexfasciatum</i> Gill, 1862	13	3	19	35
<i>Haemulon steindachneri</i> Jordan y Gilbert, 1882	92	22	188	302
<b>Familia Sciaenidae</b>				
<i>Pareques viola</i> (Gilbert, 1898)		1		1
<b>Familia Mullidae</b>				
<i>Mulloidichthys dentatus</i> (Gill, 1862)		1	58	59
<b>Familia Kyphosidae</b>				
<i>Kyphosus vaigiensis</i> (Quoy and Gaimard, 1825)	52	1		53
<i>Kyphosus elegans</i> (Peters, 1869)	5			5
<b>Familia Chaetodontidae</b>				
<i>Chaetodon humeralis</i> (Günther, 1860)	226	14	16	256

Especie	Ambiente			
	Coral	Roca	Arena	Total
<i>Johnrandallia nigrirostris</i> (Gill, 1862)	21	7		28
Familia Pomacanthidae				
<i>Holacanthus passer</i> Valenciennes, 1846	37	9	2	48
Familia Cirrhitidae				
<i>Cirrhitus rivulatus</i> Valenciennes, 1846	4	6		10
Familia Pomacentridae				
<i>Abudefduf concolor</i> (Gill, 1862)	11	5	43	59
<i>Abudefduf troschelii</i> Gill, 1862	155	93	83	331
<i>Chromis atrilobata</i> (Gill, 1862)	405	410		815
<i>Microspathodon bairdii</i> (Gill, 1862)	29	14	2	45
<i>Microspathodon dorsalis</i> (Gill, 1862)	94	162	2	258
<i>Stegastes acapulcoensis</i> (Fowler, 1944)	918	514	31	1463
<i>Stegastes flavilatus</i> (Gill, 1862)	18	33	6	57
<i>Stegastes rectifraenum</i> (Gill, 1862)	8	10	5	23
Familia Labridae				
<i>Bodianus diplotaenia</i> (Gill, 1862)	58	24	4	86
<i>Halichoeres chierchiae</i> Di Caporiacco, 1947	1	15	9	25
<i>Halichoeres dispilus</i> (Günther, 1864)	37	43	27	107
<i>Halichoeres nicholsi</i> (Jordan y Gilbert, 1882)	2	9	4	15
<i>Halichoeres notospilus</i> (Günther, 1864)	12	60	13	85
<i>Iniistius pavo</i> (Valenciennes, 1840)		2		2
<i>Novaculichthys taeniourus</i> (Lacepède, 1801)	4	15	1	20
<i>Thalassoma grammaticum</i> (Gilbert, 1890)	3			3
<i>Thalassoma lucasanum</i> (Gill, 1862)	1500	238	1	1739
Familia Scaridae				
<i>Scarus compressus</i> (Osborn y Nichols, 1916)	79		12	91
<i>Scarus ghobban</i> (Forsskål, 1775)	37		13	50
Familia Blenniidae				
<i>Ophioblennius steindachneri</i> (Jordan y Evermann, 1898)	10	12		22
Familia Acanthuridae				
<i>Acanthurus xanthopterus</i> Valenciennes, 1835	21		19	40
<i>Ctenochaetus marginatus</i> (Valenciennes, 1836)			1	1
<i>Prionurus laticlavius</i> (Valenciennes, 1846)	6			6
<i>Prionurus punctatus</i> Gill, 1862	565	10	10	585
Familia Balistidae				
<i>Balistes polylepis</i> Steindachner, 1876		3	5	8
<i>Sufflamen verres</i> (Gilbert y Starks, 1904)	21	5	7	33
Familia Monacanthidae				
<i>Aluterus scriptus</i> (Osbeck, 1765)	5	1	1	7
Familia Ostraciidae				
<i>Ostracion meleagris</i> Shaw, 1796		1	1	2
Familia Tetraodontidae				
<i>Arothron hispidus</i> (Linnaeus, 1758)	1			1
<i>Arothron meleagris</i> (Bloch y Schneider, 1801)	11	5		16
<i>Canthigaster punctatissima</i> (Günther, 1870)	1			1
<i>Sphoeroides annulatus</i> (Jenyns, 1842)			3	3
<i>Sphoeroides lobatus</i> (Steindachner, 1870)			4	4
Familia Diodontidae				
<i>Diodon holocanthus</i> (Linnaeus, 1758)		6		6
<i>Diodon hystrix</i> (Linnaeus, 1758)	3	1	1	5

La densidad total fue de 92.24 ind/m<sup>2</sup> con un promedio máximo en los meses de junio (2.67 ± 0.48 ind/m<sup>2</sup>) y abril (2.61 ± 0.44 ind/m<sup>2</sup>) y un mínimo en

noviembre ( $0.57 \pm 0.10$  ind/m<sup>2</sup>) (Figura 2). Se observa un patrón estacional con la mayor abundancia al final de la época de sequía e inicio de la época de lluvias y la menor abundancia al inicio de la época de sequía. La mayor densidad se encontró en el ambiente arrecifal ( $3.4 \pm 0.29$  ind/m<sup>2</sup>), superando ampliamente los ambientes de roca ( $0.57 \pm 0.20$  ind/m<sup>2</sup>) y arena ( $1.0 \pm 0.45$  ind/m<sup>2</sup>) (Figura 3). La estacionalidad por ambientes es semejante entre la placa arrecifal y el fondo rocoso, lo que probablemente esté asociado a las especies residentes permanentes.

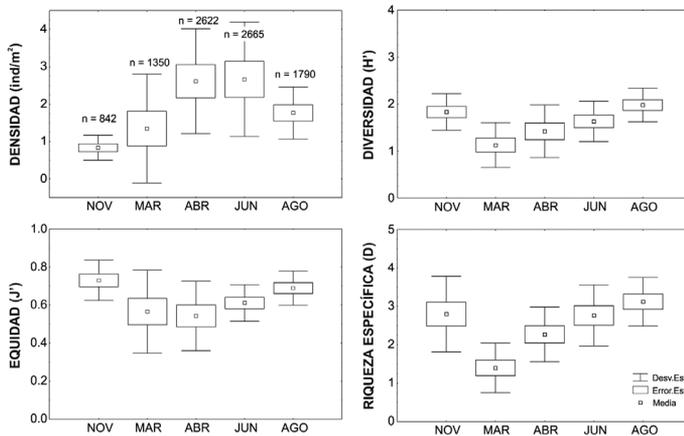


Figura 2. Variación promedio de los atributos de la comunidad de peces: a) Densidad (ind/m<sup>2</sup>), b) Diversidad (H'), c) Equidad (J') y d) Riqueza de especies (D).

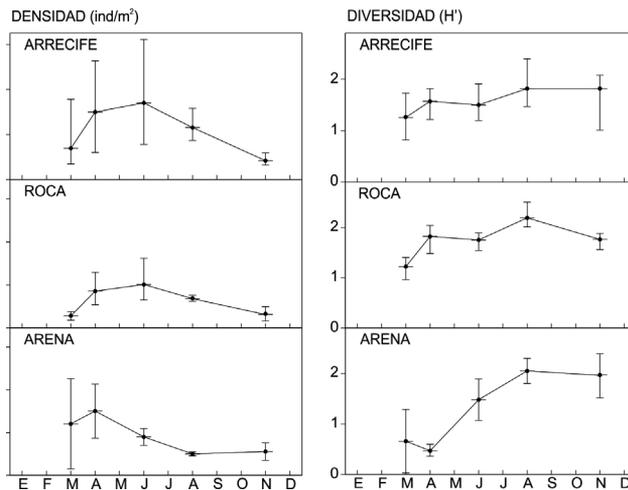


Figura 3. Variación promedio de la densidad (ind/m<sup>2</sup>) y diversidad (H') para cada ambiente analizado. Las barras indican la distancia de los valores máximos y mínimos respecto al promedio.

La diversidad ( $H'$ ) presentó un comportamiento estacional, con los valores máximos en agosto (época de lluvias) y noviembre (inicio de la época de sequía) y con una tendencia a disminuir en marzo (época de sequía) (Figura 2). La diversidad presenta un promedio máximo en el ambiente rocoso y el mínimo en el ambiente de arena (Figura 3), con un comportamiento estacional semejante entre ambientes, con los valores máximos en la época de lluvias. Los valores de equidad ( $J$ ) muestran un máximo en agosto y noviembre, con una tendencia a disminuir durante marzo y abril (época de sequía) (Figura 2). Los ambientes de roca y arrecife mostraron valores máximos de equidad y mínimo para el ambiente de arena (Figura 4). Los valores promedios de la riqueza de especies indican un comportamiento similar a la diversidad ( $H'$ ) con un valor promedio máximo en noviembre y agosto, y mínimo en marzo (Figura 2). La distribución de la riqueza para cada uno de los ambientes fue similar a la diversidad ( $H'$ ) (Figura 4).

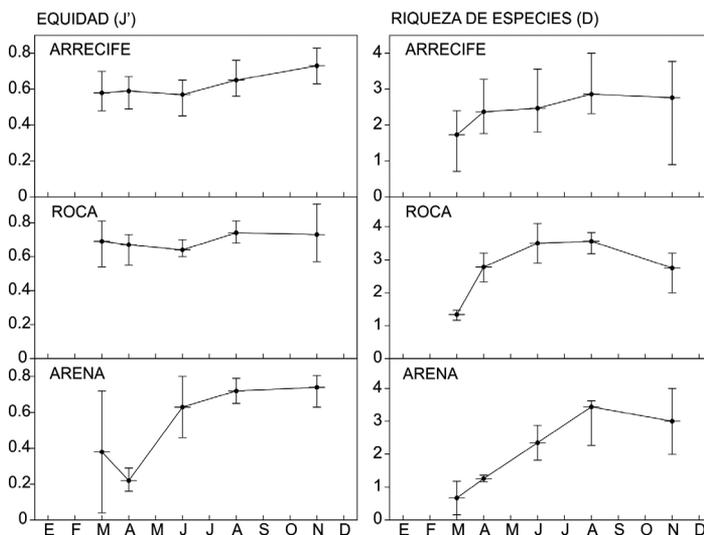


Figura 4. Variación promedio de la equidad ( $J'$ ) y riqueza de especies ( $D$ ) para cada ambiente analizado. Las barras indican los valores máximos y mínimos respecto al promedio.

El análisis de clasificación muestra un agrupamiento característico de cada ambiente a lo largo de los meses analizados. Los transectos 1, 2, 4 y 5 (arrecife coralino) tienden a agruparse principalmente en marzo y agosto; y aun cuando presentan variaciones, se mantienen independientes de los otros transectos y son característicos de las zonas de la placa de coral en las cuales

los corales se encuentran en buen estado de salud. Un comportamiento similar se observa para los transectos 9 y 10 (ambiente de arena) que, a pesar de su cercanía, presentan condiciones estructurales diferentes y se agruparon principalmente durante junio y agosto. Los transectos 6, 7 y 8 (ambiente de roca) tienden a formar un grupo de alta similitud en conjunto con algunos transectos arrecifales durante casi todos los meses exceptuando junio. El transecto 3 no muestra un patrón bien definido en cuanto al agrupamiento ya que exceptuando agosto, existe una tendencia a combinarse con transectos ubicados en la vecindad del arrecife; esta zona específica de la placa arrecifal se encuentra en alto grado de deterioro de los corales, incluso gran parte está cubierta por algas. El análisis de clasificación de los transectos, muestra un marcado agrupamiento durante agosto (época de lluvias), separando a la bahía en los ambientes de arrecife, roca y arena. Para los meses restantes (noviembre, marzo, abril y junio) este patrón de agrupamiento es diferencial agrupando principalmente a los transectos del arrecife coralino con el ambiente rocoso (Figura 5).

De las 65 especies determinadas, 10 constituyeron más de 80% de la abundancia numérica total (Figura 6). Algunas especies como *Thalassoma lucasanum*, *Stegastes acapulcoensis*, *Microspathodon dorsalis*, *Chromis atrilobata*, *Abudefduf troschelii* y *Prionurus punctatus* fueron abundantes durante los cinco meses de muestreo. *Selar crumenophthalmus* y *Chaetodon humeralis* fueron abundantes en tres de los cinco meses analizados, y tanto *Haemulon maculicauda* como *H. steindachneri* fueron abundantes en dos de los cinco meses de muestreo. En cuanto a la distribución de las especies, *S. acapulcoensis* y *M. dorsalis* presentaron una alta frecuencia (> 60%) durante los cinco meses de muestreo. La especie *T. lucasanum* fue altamente frecuente en cuatro de los cinco meses analizados.

Considerando los ambientes presentes, se observa que 8 de las 50 especies presentes en el arrecife coralino constituyeron 82% de la abundancia total; estas fueron, en orden de abundancia: *T. lucasanum*, *S. acapulcoensis*, *P. punctatus*, *S. crumenophthalmus*, *C. atrilobata*, *H. maculicauda*, *C. humeralis* y *A. troschelii*, residentes permanentes en la bahía. Para el ambiente rocoso 7 de las 45 especies constituyeron 82% de la abundancia total, estas fueron, en orden de abundancia: *S. acapulcoensis*, *C. atrilobata*, *T. lucasanum*, *M. dorsalis*, *A. troschelii*, *Apogon pacificus* y *Halichoeres notospilus*. Para el ambiente de arena se observó que *S. crumenophthalmus*, *H. maculicauda*, *H. steindachneri*, *Mugil curema*, *A. troschelii*, *Caranx caninus* y *Mulloidichthys dentatus* comprendieron 82% de la abundancia total, y constituyen 7 de las

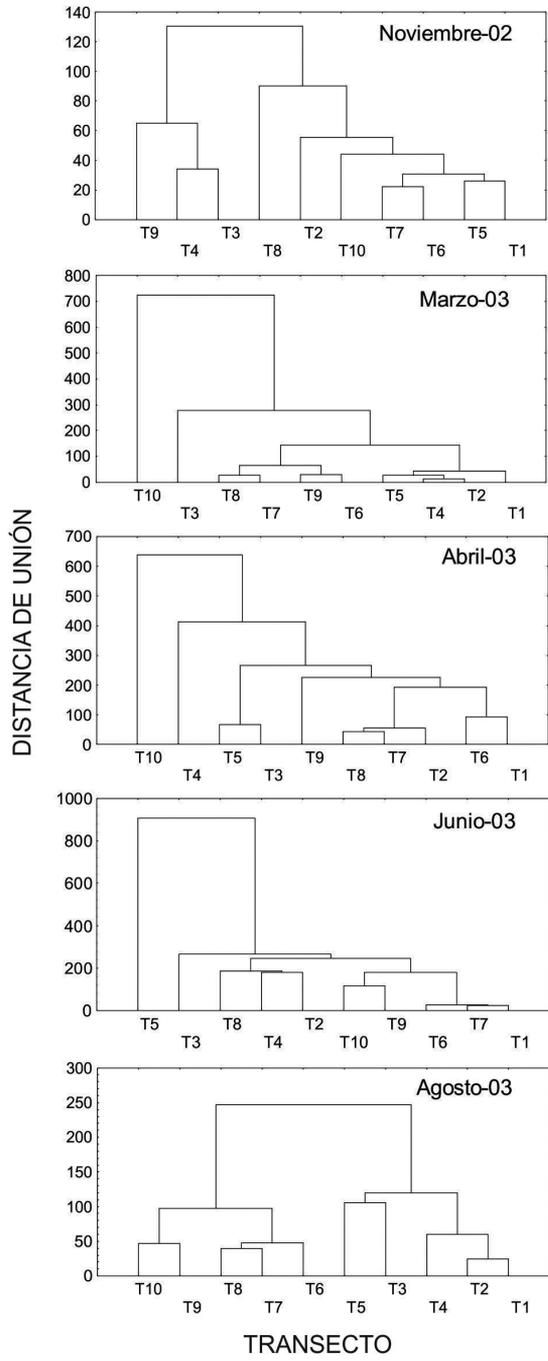


Figura 5. Análisis de clasificación por conglomerados de los transectos en La Entrega.

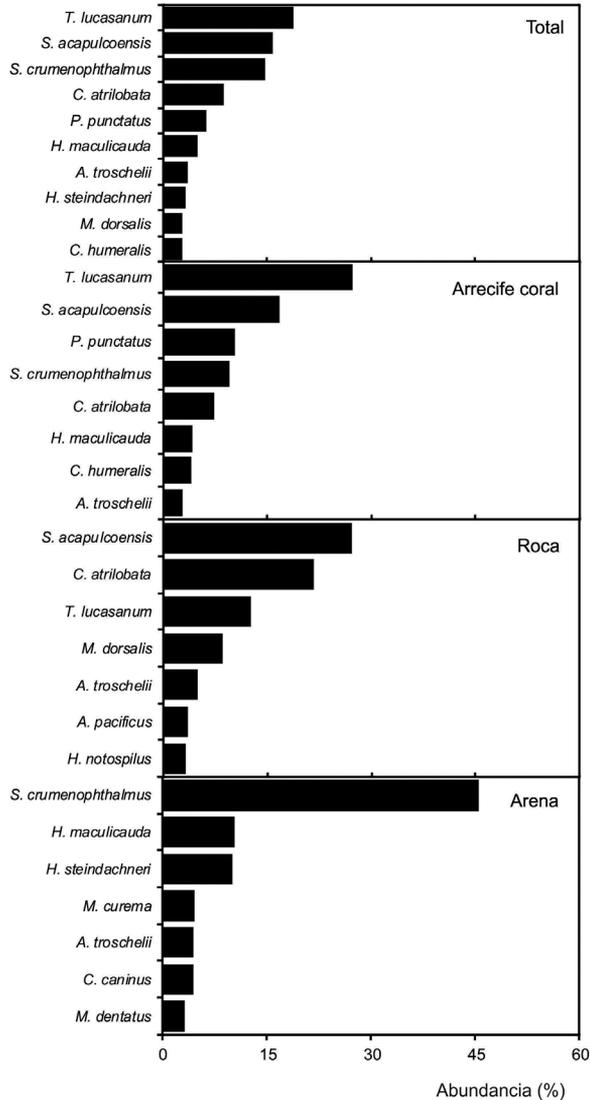


Figura 6. Abundancia relativa (%) de las especies por ambiente.

42 especies presentes en esta zona (Figura 6). *Selar crumenophthalmus*, *M. curema*, *C. caninus* y *M. dentatus* son visitantes cíclicos u ocasionales en la bahía.

El análisis de correlación respecto a los parámetros ambientales indicó una elevada correlación entre la riqueza específica y la temperatura en el arrecife de coral (Spearman = 1.0,  $P < 0.001$ ), fondo rocoso (Spearman =

0.7,  $P = 0.18$ ) y fondo arenoso (Spearman = 0.9,  $P = 0.03$ ). El oxígeno disuelto presentó una alta correlación con la riqueza específica en el arrecife coralino (Spearman = 0.7,  $P = 0.18$ ), y la salinidad (Spearman = -0.8,  $P = 0.10$ ) y el pH (Spearman = 0.2,  $P = 0.74$ ) tuvieron una correlación muy baja con la riqueza específica. Esto indica que los cambios estacionales que se manifiestan en la variación de la temperatura, y en menor grado con el oxígeno, pueden ser los factores determinantes en las variaciones estacionales de la diversidad. El oxígeno disuelto no presentó un comportamiento similar a la temperatura principalmente en junio (valores mínimos) y la salinidad y pH no mostraron relación alguna con la riqueza específica.

La transformación de los datos aplicando logaritmo natural permitió comparar los diferentes lotes de abundancias, obteniendo con ello una distribución normal (Shapiro-Wilk = 0.922,  $P = 0.817$ ) y una homogeneidad de varianzas (Bartlett = 8.036,  $P = 0.090$ ); por lo tanto, la distribución de abundancias en los diferentes ambientes y durante los meses de análisis fueron significativamente diferentes ( $F_{4, 45} = 8.14$ ,  $P < 0.001$ ). Los meses que mostraron diferencias significativas fueron noviembre-abril (Bonferroni = 1.081,  $P = 0.001$ ), noviembre-junio (Bonferroni = 1.101,  $P = 0.001$ ), noviembre-agosto (Bonferroni = 0.7529,  $P = 0.05$ ), marzo-abril (Bonferroni = 0.9285,  $P = 0.007$ ) y marzo-junio (Bonferroni = 0.948,  $P = 0.006$ ).

## DISCUSIÓN

La mayoría de las especies registradas en La Entrega se distribuyen desde el Golfo de California hasta Ecuador (aproximadamente 62 especies), por lo que pueden ser consideradas como tropicales, aunque con una gran tolerancia a los cambios de temperatura (Pérez-España *et al.*, 1996; Allen y Robertson, 1998; Thomson *et al.*, 2000). Con relación a la distribución de *Abudefduf concolor* en las Bahías de Huatulco, López-Pérez *et al.* (2010) dudan de la existencia de esta especie en la región, pues argumentan que su distribución no está indicada para el Pacífico mexicano y, por lo tanto, solamente con base en censos visuales, identifican a la especie como *A. declivifrons*, tomando en consideración la distribución que registran Allen y Robertson (1998) para esta especie. Sin embargo, de acuerdo con las fotografías y videos tomados en este estudio para respaldar los censos visuales, las características observadas y confirmadas en este material concuerdan con *A. concolor*, así como a las evidencias morfológicas analizadas por Lessios *et al.* (1995) para separar a las dos especies, y que también son consideradas

en la base de datos de Robertson y Allen (2015). Asimismo, es importante mencionar que existen ejemplares recolectados por Amezcua-Linares (2009) en el Pacífico central mexicano que corresponden con *A. concolor*, y ese material forma parte de la colección ictiológica del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Nacional Autónoma de México, con número de catálogo 798.01. Finalmente, para aclarar las dudas mencionadas, es necesario repetir el estudio realizado por Lessios *et al.* (1995) donde se analicen organismos de todo el Pacífico central mexicano (provincia Mexicana) y la parte norteña de la provincia Panámica, regiones amplias que no fueron incluidas en este estudio, y con ello establecer con mayor precisión la distribución de esta especie.

*Pareques viola* se distribuye desde Panamá a Perú, sin informes para el Pacífico mexicano (Robertson y Allen, 2015). Sin embargo, esta especie ha sido registrada por otros autores en arrecifes de Huatulco (Ramírez-Gutiérrez, 2007; Juárez-Hernández, 2013), en Jalisco (Galván-Villa *et al.*, 2011) y Manzanillo (Chávez-Comparan y Macías-Zamora, 2006), por lo que se esperaría que la colecta de especímenes en el área de estudio determinaría el estatus final de esta especie.

Un caso interesante es *S. rectifraenum* cuya distribución parecer estar restringida al norte de las costas mexicanas; ocasionalmente en las islas de Revillagigedo (Allen y Robertson, 1998; Froese y Pauly, 2015; Robertson y Allen, 2015), y rara en arrecifes rocosos de punta Carrizales, Colima (Chávez-Comparan *et al.*, 2008). Al carecer de informes más al sur del Pacífico mexicano, este hallazgo indicaría una ampliación en su ámbito de distribución.

Las familias Labridae y Pomacentridae fueron las mejor representadas en cuanto a número de especies, lo que coincide con otros estudios del complejo turístico (Ramírez-Gutiérrez *et al.*, 2007; López-Pérez *et al.*, 2010; Juárez-Hernández *et al.*, 2013); así como para otras regiones del Pacífico, como los arrecifes de Manzanillo (Chávez-Comparan y Macías-Zamora, 2006), Nayarit (Galván-Villa, *et al.*, 2010), Jalisco (Galván-Villa *et al.*, 2011) y algunos arrecifes del Golfo de California (Pérez-España *et al.*, 1996; Villarreal-Cavazos *et al.*, 2000; Villegas-Sánchez *et al.*, 2009). La composición de especies encontrada en el presente estudio fue superior al estudio realizado por Barrientos-Villalobos (2000) de 51 especies para cuatro bahías del Parque Nacional Huatulco (La Montosa, La Entrega, Chachacual y San Agustín) y por Juárez-Hernández *et al.* (2013) de 42 especies para El Maguey y Cacaluta. Un mayor número de especies es informado por

Ramírez-Gutiérrez *et al.* (2007) para San Agustín (62) y por López-Pérez *et al.* (2010) en La Entrega (83). La diferencia en cuanto al número de especies puede ser resultado de la metodología empleada, ya que algunos estudios sólo consideran el sustrato arrecifal sin tomar en cuenta otro tipo de ambientes, lo anterior se relaciona con el hecho de que existe una extensa proporción de peces de arrecife asociados con diferentes tipos de fondos y su respuesta puede depender únicamente de los cambios que se presenten en este componente del sistema (Jones y Syms, 1998).

La riqueza de especies de la ictiofauna en las Bahías de Huatulco se puede considerar baja respecto a otros sistemas arrecifales del país como el Golfo de California y el Caribe mexicano. Sin embargo, estas diferencias se justifican en las dimensiones de estos grandes ecosistemas que sobrepasan en mucho las dimensiones de las Bahías de Huatulco. Los estudios en el Golfo de California indican más de 800 especies de peces, de las cuales 271 son consideradas como arrecifales, con un alto nivel de endemismo (Allen y Robertson, 1998; Thomson *et al.*, 2000). Como ejemplos de estos sistemas se encuentran el arrecife Cabo Pulmo donde se encontraron un total de 236 especies de peces (Villarreal-Cavazos *et al.*, 2000) y los arrecifes rocosos de la Bahía de La Paz donde se han registrado un total de 75 especies de peces (Pérez-España *et al.*, 1996). Sobre estas diferencias, algunas influyen más que otras, como son el tamaño físico de la región, con pocas islas oceánicas y una baja diversidad de especies de corales formadoras de arrecife (Allen y Robertson, 1998). Respecto a las Bahías de Huatulco, un factor determinante puede ser el efecto de la surgencia eólica que se presenta en la parte central del golfo de Tehuantepec y dado el patrón de circulación de la región, transporta aguas con menor temperatura hacia las bahías (Monreal-Gómez y Salas de León, 1998) influyendo en la diversidad y abundancia de la comunidad arrecifal.

Los valores altos de abundancia de peces durante casi todo el año son característicos del arrecife coralino y están determinados por especies cuya abundancia relativa es superior a lo largo de la comunidad arrecifal. Algunas especies se agrupan o forman cardúmenes a lo largo del arrecife (*S. crumenophthalmus*, *C. caninus*, *P. punctatus* y *C. atrilobata*) como parte de una estrategia alimentaria (Sale, 1980; Choat y Bellwood, 1985; Lewis, 1985; Guzmán, 1988; Duarte y Acero, 1988), o bien como parte de una reproductiva (Giraldo *et al.*, 2001; Meekan *et al.*, 2001). La mayor abundancia en el arrecife coralino obedece a que es un área de alta complejidad estructural cuyas características influyen en la distribución y abundancia de las especies

a través de una gran variedad de mecanismos. Otro aspecto importante y que repercute en la abundancia son las características del ambiente, las cuales regulan el tamaño poblacional, esto asociado a la disponibilidad de recursos que influye en la tasa de reclutamiento y mortalidad (Jones y Syms, 1998). La variación temporal de la abundancia indica valores máximos durante los meses que corresponden a los inicios de la época de lluvias, y esto se ha asociado a que existen condiciones favorables en cuanto a la disponibilidad de recursos, lo cual influye en un mejor aprovechamiento del alimento (Williams, 1991), característica observada en ecosistemas tropicales, donde la producción primaria del sistema incrementa y puede sostener una trama trófica más compleja que se asocia a un aumento en la competencia y depredación. La forma en que estos procesos influyen en la abundancia de las especies depende en gran medida de las características estructurales del arrecife, como es la rugosidad, como parte de las variaciones espaciales dentro de la comunidad arrecifal, que asociadas a la estacionalidad, se relacionan con la presencia de especies no residentes permanentes que son visitantes cíclicas u ocasionales y aprovechan los recursos del sistema.

Respecto a la diversidad ( $H'$ ) y la riqueza de especies, los mayores valores se presentaron en el ambiente rocoso aunado a un alto valor de equidad ( $J$ ) principalmente durante la época de lluvias, lo que se puede relacionar con una alta complejidad topográfica, y que determina una elevada heterogeneidad ambiental y por lo tanto una mayor disponibilidad de hábitats que pueden soportar un mayor número de especies. Sin embargo, existe una amplia discusión acerca de las mediciones que se realizan respecto al complejo topográfico ya que pueden llegar a encubrir considerablemente las variaciones en la estructura del hábitat y pueden ser inapropiadas para la mayoría de los peces de arrecife, ya que no sólo es importante la variación del complejo topográfico como parte de la heterogeneidad ambiental, sino la variación de los tipos de fondos o la combinación de estos que también aportan a la heterogeneidad del sistema (Jones y Syms, 1998) y pueden determinar un incremento en la diversidad. Por lo tanto, la abundancia y la diversidad dependen de varios procesos relacionados a la complejidad estructural del sistema y de las variaciones temporales que se presenten en cada ambiente (Sale y Douglas, 1984). Esto se ve reflejado al comparar los valores máximos del índice  $H'$  encontrados en el presente estudio respecto a otros estudios en sistemas arrecifales. Se observan valores superiores con lo encontrado por otros autores en localidades de las Bahías de Huatulco (Barrientos-Villalobos, 2000; Juárez-Hernández *et al.*, 2013), arrecifes de Manzanillo, Colima (Chávez-Comparan y Macías-Zamora,

2006), Golfo de California (Pérez-España *et al.*, 1996) y arrecifes de Cabo Pulmo, Baja California Sur (Álvarez-Filip y Reyes-Bonilla, 2006). Los valores mínimos de diversidad ( $H'$ ) durante marzo obedecen a la presencia de especies de la familia Carangidae, principalmente *C. caninus* y *S. crumenophthalmus*, especies ocasionales no residentes de arrecifes que forman cardúmenes y suelen acercarse a la línea de costa con fines alimentarios y de protección (Allen y Robertson, 1998; Thomson *et al.*, 2000). Este comportamiento fue observado durante marzo y abril, cuando la temperatura del agua desciende considerablemente como un posible efecto de la surgencia eólica en el Golfo de Tehuantepec, la cual transporta agua de baja temperatura y alta riqueza en nutrientes hacia las Bahías de Huatulco de octubre a abril (Monreal-Gómez y Salas de León, 1998), proceso ambiental ante el cual estas especies se acercan a la línea de costa.

Considerando la abundancia relativa, la frecuencia y amplia distribución de las especies, *T. lucasanum*, *S. acapulcoensis*, *M. dorsalis*, *P. punctatus*, *C. atrilobata*, *H. maculicauda* y *A. troschellii* son especies dominantes residentes permanentes en el arrecife coralino y en general de La Entrega. Resultados similares concuerdan con lo informado para otras regiones del Pacífico mexicano (Pérez-España *et al.*, 1996; Villarreal-Cavazos *et al.*, 2000; Álvarez-Filip *et al.*, 2006).

*Thalassoma lucasanum* es la especie más abundante que forma agregaciones y que no se dispersan ante la presencia de buzos, por el contrario se agregan alrededor de ellos, característica conductual que determina su alta frecuencia, distribución y abundancia ante los censos visuales. Es una especie abundante en arrecifes coralinos del Pacífico Oriental Tropical, de hábitos diurnos, principalmente planctívoros de aguas poco profundas (<5m), pero su dieta también incluye algas, crustáceos y coral blando (Warner y Hoffman, 1980; Thomson *et al.*, 2000); y las hembras de esta especie pueden revertirse sexualmente, influenciado principalmente por aspectos sociales en poblaciones grandes como una forma de asegurar la actividad reproductiva y persistencia de la especie (Warner y Hoffman, 1980; Foster, 1987).

*Stegastes acapulcoensis* y *M. dorsalis* son especies de hábitos diurnos, solitarios, territorialistas, ambas muy frecuentes y ampliamente distribuidas tanto en el arrecife coralino como en el rocoso, son omnívoras que forrajean pequeños invertebrados y algas bentónicas. *Stegastes acapulcoensis* se reproduce en los meses de primavera y se extiende hasta el verano en el Golfo de California (Thomson *et al.*, 2000), presenta una gran abundancia durante la época de lluvias y decrece considerablemente durante la de sequía.

Una especie importante en arrecifes coralinos del Pacífico y también en las Bahías de Huatulco es *P. punctatus*, cuya dominancia está determinada por sus hábitos gregarios. Debido a que su dieta es herbívora, se le encuentra en el arrecife somero a profundidades entre 6 y 12 m, y ocasionalmente se le ha observado a profundidades de hasta 30 m (Thomson *et al.*, 2000). En el área de estudio es común observarla formando cardúmenes con otras especies de la misma familia (*P. laticlavius* y *Acanthurus xanthopterus*) y, a pesar de ser una especie muy abundante, existe muy poca información acerca de su distribución y abundancia en el área de estudio. Su mayor abundancia se asocia a la época de sequía lo cual puede estar relacionado con la disponibilidad de alimento sobre el sustrato arrecifal, ya que en esta época se observó un aumento de la comunidad de algas en el arrecife, lo que probablemente se relaciona con el enriquecimiento de nutrientes, siendo más evidente en las zonas donde el arrecife muestra signos de deterioro (Jones y Syms, 1998), aunado a un alto crecimiento poblacional de erizos como *Diadema mexicanum*, que bioerosionan los corales y contribuyen a la remoción de carbonatos (Guzmán, 1988). Es importante realizar estudios poblacionales y de hábitos alimentarios de *P. punctatus*, ya que existen informes de que esta especie regula la composición y estructura de la comunidad de algas en otros sistemas del Pacífico mexicano (Montgomery *et al.*, 1980), y este impacto puede ser similar en otros sistemas de arrecife, debido a que grandes ramoneadores no selectivos pueden regular el crecimiento de algas dentro de un sistema, lo cual dependerá de su densidad poblacional y de la cantidad de algas que consuman en términos de biomasa (Lewis, 1985).

La correlación positiva entre la riqueza específica y la temperatura indica valores de riqueza bajos durante los meses en que la temperatura es menor debido quizá al efecto de surgencia que se desarrolla en la parte central del Golfo de Tehuantepec (Monreal-Gómez y Salas de León, 1998). La relación entre la riqueza específica y la temperatura coinciden con lo informado por Pérez-España *et al.* (1996), quienes observaron una relación significativa entre la riqueza específica y la época más cálida en el Golfo de California. Esta relación puede deberse a que las temporadas de reclutamiento de peces en sistemas tropicales se encuentran asociadas a las estaciones más cálidas del año y a una mayor disponibilidad alimentaria, garantizando el éxito en la sobrevivencia y que a su vez repercute en el establecimiento de un mayor número de especies. En las estaciones donde la temperatura decrece considerablemente, la depredación, competencia y disminución de alimento se asocian a la disminución en la abundancia de los organismos y en el establecimiento de un menor número de especies.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del proyecto de investigación “Diagnóstico ecológico de sistemas acuáticos de México, como base para su gestión ambiental”, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. A las autoridades del Parque Nacional Huatulco, principalmente a la Arqueóloga Silvia Niembro Rocas por su apoyo para la ejecución del presente estudio. Agradecemos a José Martín Ramírez, Rocío Gómez, Jacqueline Flores y Cristal Ayala por su ayuda y colaboración durante el trabajo de campo. Un agradecimiento especial a los revisores de este trabajo, quienes brindaron grandes aportes y lo enriquecieron con su experiencia.

## BIBLIOGRAFÍA

- Allen, G.R. y D.R. Robertson. 1998. Peces del Pacífico Oriental Tropical. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Agrupación Sierra Madre y CEMEX, México. 327 p.
- Almany, G.R. 2004. Does increased habitat complexity reduce predation and competition in coral reef fish assemblages? *Oikos*, 106: 275-284.
- Álvarez-Filip, L. y H. Reyes-Bonilla. 2006. Comparison of community structure and functional diversity of fishes at Cabo Pulmo coral reef, western México between 1987 and 2003. *Proc. 10th Internat. Coral Reef Symp.* 216-225.
- Álvarez-Filip, L., H. Reyes-Bonilla y L.E. Calderón-Aguilera. 2006. Community structure of fishes in Cabo Pulmo. Reef, Gulf of California. *Mar. Ecol.*, 27(3): 253-262.
- Amezcuca-Linares, F. 2009. Peces demersales del Pacífico de México. Universidad Nacional Autónoma de México, México DF. 327 p.
- Barrientos-Villalobos, J. 2000. Diversidad y abundancia de la ictiofauna de los arrecifes coralinos del Parque Nacional Huatulco. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México. 54 p.
- Brock, R.E. 1982. A critique of the visual census method for assessing coral reef fish populations. *Bull. Mar. Sci.*, 32(1): 269-276.
- Buckley, R.M. y G.J. Hueckel. 1989. Analysis of visual transect for fish assessment on artificial reef. *Bull. Mar. Sci.*, 44(2): 327-342.
- Chávez-Comparan, J.C. y R. Macías-Zamora. 2006. Structure of reef fish communities in the littoral of Colima, Mexico. *J. Biol. Sci.*, 6(1): 65-75.
- Chávez-Comparan, J.C., G.G. Galeana-Lemus, I. Manzo-Vargas y A. Salinas-Sánchez. 2008. Catálogo de peces de arrecifes rocosos-coralinos de punta carrizales, Colima. CONABIO, México. 36 p.
- Choat, H.J. y D.R. Bellwood. 1985. Interactions amongst herbivorous fishes on a coral reef: influence of spatial variation. *Mar. Biol.*, 89: 221-234.
- Duarte, S.A. y A. Acero P. 1988. Hábitos alimentarios de los peces del género *Acanthurus* (Perciformes: Acanthuridae) en la región de Santa Marta (Caribe colombiano). *Rev. Biol. Trop.*, 36 (2B): 399-405.



- Fischer W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V.H. Niem. 1995. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental. (Volumen III. Vertebrados, Parte 2). FAO, Roma. 315 p.
- Foster, S.A. 1987. Acquisition of a defended resource: A benefit of group foraging for the neotropical wrasse, *Thalassoma lucasanum*. Environ. Biol. Fishes, 19(3): 215-222.
- Froese, R. y D. Pauly. 2015. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (01/2016).
- Galván-Villa, C.M., J.L. Arreola-Robles, E. Ríos-Jara y F.A. Rodríguez-Zaragoza. 2010. Ensamblajes de peces arrecifales y su relación con el hábitat bentónico de la Isla Isabel, Nayarit, México. Rev. Biol. Mar. Oceanogr., 45(2): 311-324.
- 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.
- Gauch, H.G. 1982. Multivariate analysis in community ecology. Cambridge University Press, Inglaterra. 298 p.
- Giraldo, A., C. Gómez y F. Ospina. 2001. Abundance and spatial distribution of *Thalassoma lucasanum* (Gill, 1863) in a coral reef of the Eastern Tropical Pacific. Bull. Mar. Sci., 68(1): 147-152.
- Glynn, P.W. 1999. *Pocillopora inflata*, a new species of scleractinian coral (Cnidaria: Anthozoa) from the Tropical Eastern Pacific. Pac. Sci., 53(2): 168-180.
- Glynn, P.W. y G. Leyte-Morales. 1997. Coral reefs of Huatulco, West Mexico: reef development in upwelling Gulf of Tehuantepec. Rev. Biol. Trop., 45(3): 1033-1047.
- Guzmán, M.H. 1988. Distribución y abundancia de organismos coralívoros en los arrecifes coralinos de la Isla Caño. Rev. Biol. Trop., 36(2A): 191-207.
- Jones, G.P. y C. Syms. 1998. Disturbance, habitat structure and the ecology of fishes on coral reefs. Austr. J. Ecol., 23(3): 287-297.
- Juárez-Hernández, L.G., M. Tapia-García y B. Luna-Monsivais. 2013. Estructura de las comunidades de peces de las bahías Maguey y Cacaluta, Huatulco, Oaxaca. Rev. Mex. Biodivers., 84(4): 1243-1257.
- Lessios, H. A., G.R. Allen, G.M. Wellington y E. Bermingham. 1995. Genetic and morphological evidence that the eastern Pacific damselfish *Abudefduf declivifrons* is distinct from *A. concolor* (Pomacentridae). Copeia, 2: 277-288.
- Lewis, M.S. 1985. Herbivory on coral reefs: algal susceptibility to herbivorous fishes. Oecologia, 65: 370-375.
- López-Pérez, R.A., I.L. Pérez-Maldonado, A.M. López-Ortiz, L.M., Barranco-Servín, J. Barrientos-Villalobos y G. Leyte-Morales. 2010. Reef fishes of the Mazunte-Bahías de Huatulco reef track, Oaxaca, Mexican Pacific. Zootaxa, 2422: 53-62.
- Margalef, R. 1958. Information theory in ecology. Gen. System., 3: 36-71.
- Meekan, M. C., J.L. Ackerman y G.L. Wellington. 2001. Demography and age structures of coral reef damselfishes in the tropical eastern Pacific Ocean. Mar. Ecol. Progr. Series, 212: 223-232.
- Mitchell-Arana, L.M. 1994. Perfil del coral y especies asociadas en La Entrega, Bahías de Huatulco, Oax. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 74 p.

- Monreal-Gómez, M.A. y D.A Salas de León. 1998. Dinámica y estructura termohalina. 13-26. En: Tapia-García, M. (Ed.). El Golfo de Tehuantepec: el ecosistema y sus recursos. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México. 239 p
- Montgomery, L.W., T. Gerrodette y L. Marshall. 1980. Effects of grazing by the yellowtail surgeon fish, *Prionurus punctatus*, on algal communities in the Gulf of California, Mexico. *Bull. Mar. Sci.*, 30(4): 909-912.
- Nanami, A., M. Nishihira, T. Suzuki y H. Yokochi. 2005. Species-specific habitat distribution of coral reef fish assemblages in relation to habitat characteristics in an Okinawan coral reef. *Environ. Biol. Fishes*, 72(1): 55-65.
- Pérez-España, H., F. Galván-Magaña y L.A. Abitia-Cárdenas. 1996. Variaciones temporales y espaciales en la estructura de la comunidad de peces de arrecifes rocosos del suroeste del Golfo de California, México. *Cienc. Mar.*, 22 (3): 273-294.
- Pielou, E.C. 1977. *Mathematical Ecology*. Wiley, Nueva York. 385 p.
- Ramírez-Gutiérrez, J.M., M. Tapia-García, E. Ramos-Santiago y R. Ulloa. 2007. Fish community structure in San Agustín Bay, Huatulco, México. *Rev. Chil. Hist. Nat.*, 80(4): 419-430.
- Robertson D.R. y G.R. Allen. 2015. *Peces Costeros del Pacífico Oriental Tropical: sistema de Información en línea. Versión 2.0* Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, Balboa, Panamá.
- Sale, F.P. 1980. The ecology of fishes on coral reef. *Oceanogr. Mar. Biol. An. Rev.*, 18: 367-421.
- Sale, P.F. y W.A. Douglas. 1984. Temporal variability in the community structure of fish on coral patch reef and the relation of community structure to reef structure. *Ecology*, 65(2): 333-339.
- Salgado-Ugarte, I.H. 1992. *El análisis exploratorio de datos biológicos. Fundamentos y aplicaciones*. Universidad Nacional Autónoma de México, México. 243 p.
- Shannon, C. E. y W. Wiener. 1963. *The mathematical theory of communication*. University of Illinois Press, Urbana. 54 p.
- Sosa-Rosas, L. 1995. *Composición y variación del zooplancton presente en algunas localidades del desarrollo turístico "Bahías de Huatulco, Oaxaca durante 1990-1991"*. Tesis de Maestría en Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 69 p.
- Tapia-García, M., E. Ramos-Santiago y A. Ayala-Cortés. 1998. La actividad humana y su impacto en la zona costera con énfasis en el Istmo de Tehuantepec. 209-228. En: M. Tapia-García (Ed.). *El Golfo de Tehuantepec: el ecosistema y sus recursos*. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México. 239 p.
- Thomson, D.A., L.T. Findley y A.N. Kerstitch. 2000. *Reef fishes of the Sea of Cortez*. University of Texas Press, Austin (EE.UU.). 407 p.
- Villarreal-Cavazos, A., H. Reyes-Bonilla, B. Bermúdez-Almada y 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): 236-244.
- Villegas-Sánchez, C.A., L.A. Abitia-Cárdenas, F.J. Gutiérrez-Sánchez y F. Galván-Magaña. 2009. Rocky-reef fish assemblages at San José Island, Mexico. *Rev. Mex. Biodivers.*, 80: 169-179.
- Waite, S. 2000. *Statistical ecology in practice. A guide to analyzing environmental and ecological field data*. Pearson Education, Edimburgo. 414 p.
- Ward, J. 1963. Hierarchical grouping to optimize an objective function. *J. Am. Stat. Assoc.*, 58: 236-244.

- Warner, R.R. y G.S. Hoffman. 1980. Local population size as a determinant of mating system and sexual composition in two tropical marine fishes (*Thalassoma spp.*). *Evolution*, 34(3): 508-518.
- Wilkinson, T., E. Wiken, J. Bezaury-Creel, T. Hourigan, T. Agardy, H. Herrmann, L. Janishevski, C. Madden, L. Morgan y M. Padilla. 2009. Ecorregiones marinas de América del Norte. Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal. 177 p.
- Williams, D. McB. 1991. Patterns and processes in the distribution of coral reef fishes. 437–474. En: P.F Sale (Ed.). *The ecology of fishes on coral reef*. Academic Press Inc., San Diego. 754 p.
- Zar, J.H. 1999. *Biostatistical analysis*. Prentice-Hall, New Jersey. 663 p.

RECIBIDO: 11/10/2016

ACEPTADO: 05/04/2017