

Diversidad y abundancia ictiofaunística de la dársena de Puerto Chiapas, México

Diversity and abundance of fish in Puerto Chiapas dock, México

Iris Ivette Barrios-Ramos¹, Vicente Castro-Castro^{2*}

Resumen

Objetivo: Describir la diversidad y abundancia ictiofaunística de Puerto Chiapas, México. **Metodología:** Se establecieron siete estaciones de muestreo y en cada una se midió temperatura (°C), salinidad (‰), pH y OD (mg/l) del agua y se realizaron capturas mensuales de peces entre enero y diciembre de 2011. Para la captura se utilizó una red agallera o chinchorro de 50 m de longitud x 2,5 m de altura con 7,5 cm de luz de malla y una atarraya de 2 m de altura con 1,5 cm de luz de malla y un diámetro de 2 m. **Resultados:** Se capturaron 1,400 individuos pertenecientes a 33 familias, 52 géneros y 72 especies. El análisis de las variables ambientales permitió distinguir dos temporadas climáticas (lluvias y estiaje) y dos áreas distintas. Las familias más abundantes y diversas fueron Carangidae, Sciaenidae y Haemulidae. Temporalmente la riqueza y equidad no mostraron diferencias estadísticas ($p > 0,05$), pero estacionalmente sí las hubo ($p < 0,05$). Las especies de mayor valor biológico fueron *Diapterus brevirostris*, *Chloroscombrus orqueta*, *Selene peruviana*, *Gerres cinereus*, *Sciades seemanni* y *Scomberomorus sierra*. La mayor abundancia se registró en marzo y abril, determinada principalmente por el mayor número de ejemplares de *Cetengraulis mysticetus* y *Mugil cephalus*. El pH y la salinidad fueron mayores donde se observó mayor riqueza de especies de Margalef (E1, E2 y E3). **Conclusión:** La alta riqueza de especies surge como un indicador de fragilidad ecológica que respalda la necesidad de establecer un plan de conservación y manejo sustentable de biodiversidad íctica.

Palabras clave: Abundancia, Diversidad de peces, Ictiofauna, Puerto Chiapas, Taxonomía íctica.

Abstract

Objective: The main goal is to describe the ichthyofaunistic diversity and abundance of Puerto Chiapas, Mexico. **Methodology:** Seven sampling stations were established, temperature (°C), salinity (‰), pH and OD (mg/l) of water were measured at each work station and monthly fish catches were taken from January to December 2011. For the catch was used a gillnet or chinchorro net of 50 m long x 2.5 m high with 7.5 cm net light and a net of 2 m high with 1.5 cm net light and a diameter of 2 m. **Results:** A total of 1,400 individuals belonging to 33 families, 52 genera and 72 species were captured and identified. The analysis of the environmental variables allowed distinguishing the two climatic seasons (rains and droughts) and two distinct areas. The main taxa include Carangidae, Sciaenidae and Haemulidae. Temporarily richness and equity did not show statistical differences ($p > 0.05$), but seasonally there were ($p < 0.05$). The main species were *Diapterus brevirostris*, *Pacific bumper*, *Selene peruviana*, *Gerres cinereus*, *Sciades seemanni* and *Scomberomorus sierra*. The highest abundance was documented in March and April, mainly determined by the highest number of *Cetengraulis mysticetus* and *Mugil cephalus*. The pH and salinity were higher where the highest species richness of Margalef was observed. **Conclusion:** The high species richness raises as an ecological indicator that supports the needs to conservation and sustainable plan for ichthyofaunistic biodiversity.

Keywords: Abundance, Fish diversity, Fish taxonomy, Ichthyofauna, Puerto Chiapas.

¹ Programa Académico de Ingeniero en Sistemas Costeros, Universidad Autónoma de Chiapas, Puerto Madero, Chiapas, México.

² Laboratorio de Monitoreo y Análisis Bioambiental del Centro de Investigaciones con Visión para Mesoamérica, Universidad Autónoma de Chiapas, Tapachula, Chiapas, México.

* Autor para correspondencia: e-mail: vicente.castro@unach.mx

Fecha recepción: Noviembre 17, 2018 Fecha aprobación: Diciembre 12, 2018 Editor Asociado: Jiménez-Ortega AM.

Introducción

México es reconocido como un país megadiverso en muchos grupos de plantas y animales; posee una gran riqueza natural en sus regiones oceánica y costera producto de su fisiografía y posición geográfica intertropical (Lara-Lara *et al.* 2008). Eschmeyer *et al.* (2010) mencionaron que la riqueza de especies a nivel mundial de peces, es considerable con 27.977 especies, mientras que la base de datos de la FAO (Fish base) hasta febrero del 2015 reportó 33.000 especies de peces registradas en todo el mundo. En México se han reportado 2.763 especies de peces, 9,9% de las especies de peces conocidas marinas y continentales (Espinosa-Pérez 2014). En el Pacífico Sur, los trabajos sobre estructura y función de las comunidades de peces son escasos, no obstante, existen algunos estudios de la costa del Golfo de Tehuantepec (Tapia-García y Gutiérrez-Díaz 1998).

El estudio de los recursos ictiofaunísticos marinos en Chiapas es limitado, por lo que conocer su diversidad y abundancia es de gran importancia (Penagos *et al.* 2011). En este contexto, los puntos de referencia o líneas base son estudios indispensables para el manejo de los recursos pesqueros (Jackson *et al.* 2001); además, Velázquez-Velázquez *et al.* (2013) mencionaron que para el estado de Chiapas es fundamental documentar la diversidad de peces y otros organismos acuáticos, además del conocimiento biológico y ecológico, que permita fundamentar la toma de decisiones en la administración, conservación y manejo de los recursos pesqueros y acuícolas.

Puerto Chiapas se encuentra colonizado por una comunidad de peces cuya dinámica, diversidad y abundancia guardan la mayoría de los peces marinos (Torres-Orozco y Pérez-Hernández 2011), pues a la fecha no se cuentan con registros en el área. El presente estudio contribuye al conocimiento inicial de la diversidad y abundancia íctica de Puerto Chiapas y a la influencia de algunos parámetros ambientales.

Metodología

Puerto Chiapas se localiza al sureste de México, frente al Océano Pacífico; pertenece al municipio de Tapachula, Chiapas, entre los 14° 40' 50" y 14° 44' 00" de latitud Norte, 92° 21' 50" y 92° 24' 50" de longitud Oeste. La dársena de Puerto Chiapas (Figura

1), presenta un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media, A(w1), temperatura media anual de 27°C, con una precipitación media anual de 1.796,1 mm. Existen dos estaciones climáticas bien definidas: lluvias que comprende los meses de mayo a octubre, y secas los meses de noviembre a abril (Contreras-Espinoza e Ibarra-Ovando 1997).

A partir de un viaje de prospección visual se ubicaron los sitios más frecuentados por los pescadores artesanales y se establecieron siete estaciones de muestreo (Figura 1). Las recolectas se realizaron mensualmente, de enero a diciembre de 2011. Para cada estación se registró la temperatura ($\pm 0,15^\circ\text{C}$), salinidad ($\pm 0,01\%$), pH ($\pm 0,02$) y oxígeno disuelto ($\pm 0,10\text{mg/l}$) con un medidor portátil multiparámetro HANNA HI 9828. Para la captura de peces se utilizó una red agallera o chinchorro (50 m de longitud x 2,5 m de altura y luz de malla de 7,5 cm), con un tiempo estimado de captura de 2 horas. También se utilizó una atarraya de 2 m de altura con luz de malla de 1,5 cm y diámetro de trabajo de 4 m, realizando diez lances por cada estación de muestreo. Los ejemplares capturados se colocaron en bolsas de plástico previamente etiquetadas y se transportaron en frío, para su identificación en el laboratorio.

Los organismos se identificaron hasta el taxón más bajo posible y siguiendo las claves taxonómicas reportadas por Álvarez del Villar (1970), Miller y Lea (1972), Hoese y Moore (1977), Castro-Aguirre (1978), Eddy *et al.* (1978), Thompson *et al.* (1979), Compagno (1984), Whitehead (1985), Allen y Robertson (1994), Fischer *et al.* (1995), Amezcua-Linares (1996), Walker y Bussing (1996). El ordenamiento sistemático de las especies sigue lo propuesto por Nelson (2006).

Cada taxón identificado se clasificó por abundancia y la frecuencia de aparición, además, se estableció una clasificación jerárquica con base en los criterios de Olmstead-Tukey, modificado por González-Acosta *et al.* (2005).

Se estimó la riqueza específica mediante el índice de Margalef (D) (Margalef 1968), donde las especies son añadidas por expansión de la muestra (López-González 2004); la equitatividad sigue el índice de Shannon-Wiener (H') (Magurran 1988), para ordenar la importancia de las especies capturadas, en función de su abundancia, se aplicó el Índice de Valor Biológico (IVB) de Sanders (1960)



Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio y estaciones de muestreo en Puerto Chiapas, México.

E1: 14° 41' 59.12" N, 92° 24' 44.17" O; E2: 14° 41' 34.76" N, 92° 24' 58.80" O; E3: 14° 41' 59.91" N, 92° 24' 30.30" O; E4: 14° 42' 23.05" N, 92° 24' 19.16" O; E5: 14° 42' 13.54" N, 92° 24' 02.02" O; E6: 14° 42' 11.32" N, 92° 23' 48.80" O; E7: 14° 42' 41.39" N, 92° 24' 11.21" O

modificado por Loya-Salinas y Escofet (1990) y se utilizó un Porcentaje de Abundancia Relativa (PAR) del 95%. Los resultados obtenidos se compararon con la serie de números de Hill (1973). Se analizó la similitud de la abundancia entre meses, así como por estaciones mediante el análisis de conglomerados o "Cluster", para reducir la información a bloques más manejables y poder clasificarla en grupos (González-Sansón 1994). Se eligió el índice de Bray-Curtis (1957) por su precisión al reflejar la similitud en la composición de especies y su relación con la abundancia dando mayor peso a las especies más abundantes (Bloom 1981).

Los datos obtenidos de las variables fisicoquímicas y de diversidad, fueron revisados mediante el análisis exploratorio de datos utilizando la media \pm desviación estándar como estadísticos. Se aplicó un Análisis de Componentes Principales (ACP) para detectar si el conjunto de las variables ambientales evaluadas mostraba un patrón multivariado claro. En la comparación de promedios de parámetros ecológicos, se aplicó un análisis de varianza (ANDEVA) de

una vía ($\alpha=0,05$). Cuando los datos no se ajustaron a las condiciones de normalidad y homocedasticidad se aplicó la transformación de datos a rangos (Conover e Iman 1981), aplicando luego la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis (H). Para determinar entre qué meses y sitios existieron diferencias, se aplicó la prueba de Nemenyi (Zar 2010). Se buscaron relaciones entre las variables ambientales y las estimaciones de diversidad a partir del coeficiente de correlación (r) de Pearson. Los cálculos y gráficas se realizaron con el software MINITAB, InfoStat, Excel (versión 2013) y PAST 3.

Resultados

Parámetros físicos del agua. Las variables ambientales presentaron importantes variaciones en el tiempo con respecto a las registradas por la estación de trabajo (Tablas 1 y 2). El ACP definió dos temporadas (Figura 2a): la primera de enero, febrero, marzo, octubre y diciembre (meses de estiaje, excepto octubre); la segunda entre abril, mayo,

Tabla 1. Registro temporal de las variables ambientales en Puerto Chiapas

Parámetros		Mes											
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Temperatura °C	P	27,6	28,3	30,0	30,8	29,7	30,4	30,0	30,4	30,3	29,7	28,7	28,0
	DE	0,30	0,89	0,58	1,16	0,69	0,93	0,19	0,16	0,11	0,55	0,31	2,35
Salinidad ‰	P	25,7	24,1	24,1	23,7	23,4	23,2	20,8	22,1	21,7	24,8	22,3	24,7
	DE	0,35	2,16	0,10	0,21	0,42	0,63	0,97	0,25	0,26	2,10	0,13	2,02
pH	P	8,0	8,2	8,3	8,5	8,5	8,4	8,6	8,3	8,4	8,3	8,6	8,2
	DE	0,18	0,18	0,08	0,16	0,17	0,14	0,33	0,04	0,10	0,08	0,34	0,09
OD ppm	P	4,3	5,2	4,8	3,6	3,4	1,9	1,5	0,9	0,5	4,9	0,3	4,4
	DE	1,97	1,00	0,55	0,77	1,03	1,14	0,71	0,19	0,13	0,68	0,10	0,58

P=promedio, DE= desviación estándar, n=7 en todos los casos

Tabla 2. Registro de variables ambientales en Puerto Chiapas, por sitios de trabajo

Parámetros		Estaciones						
		1	2	3	4	5	6	7
Temperatura °C	P	29,3	29,3	29,3	29,5	29,5	29,3	29,9
	DE	0,97	0,98	1,03	1,29	1,15	2,06	1,20
Salinidad ‰	P	23,9	24,1	24,0	23,8	23,5	23,3	23,4
	DE	2,26	2,65	2,32	2,15	2,41	1,75	1,76
pH	P	8,5	8,4	8,4	8,4	8,3	8,3	8,3
	DE	0,26	0,36	0,14	0,19	0,16	0,22	0,21
OD ppm	P	2,9	3,2	2,7	2,9	3,3	2,8	3,1
	DE	1,83	1,64	1,67	1,88	2,67	2,08	2,18

P=promedio, DE= desviación estándar, n=12 en todos los casos

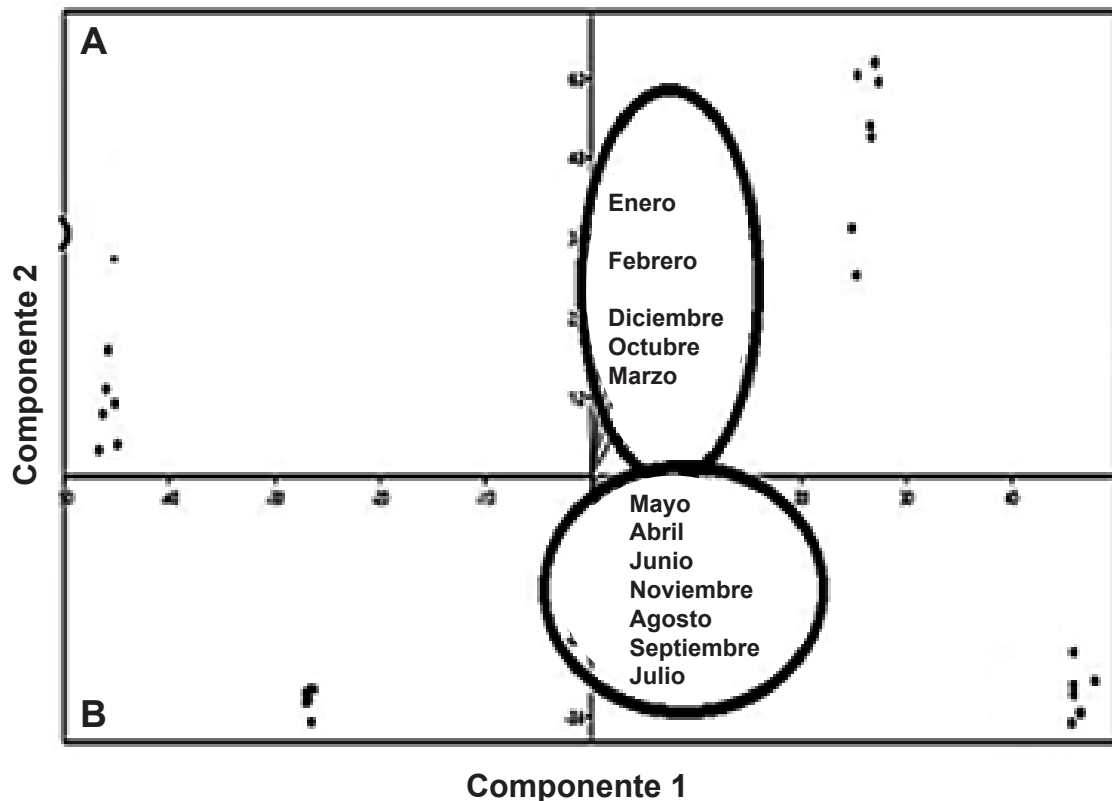


Figura 2. Análisis de componentes principales (ACP) temporal de los parámetros ambientales en la dársena de Puerto Chiapas, México.

junio, julio, agosto, septiembre y noviembre (meses de lluvias). El ACP mostró que las estaciones 6 y 7 fueron similares, mientras que las estaciones de la 1 a la 5 presentaron similitud (Figura 2b); sin embargo, si bien las estaciones 6 y 7 fueron similares, estas se encuentran separadas físicamente.

Abundancia. Se capturaron 1,400 peces correspondientes a 33 familias, 52 géneros y 72 especies. La familia mejor representada fue *Carangidae* con 15 especies; los géneros más abundantes fueron *Caranx* y *Selene* con cuatro especies; la especie más abundante fue *Diapterus brevirostris* con 167 organismos (Tabla 3). Abril y octubre fueron los meses en los que se obtuvieron mayor número de ejemplares. Los meses de agosto y noviembre fueron los de menor abundancia. En mayo se determinó el más alto número de especies con 28, seguido de febrero (26); en agosto se registraron sólo 4 especies. Las estaciones 1, 2 y 3 fueron las que tuvieron el mayor número de organismos recolectados. Las estaciones más diversas fueron

la 1 y 2; la estación con menor número de especies fue la 4. Del total de las especies encontradas, dos se presentaron en todas las estaciones de muestreo *Chloroscombrus orqueta* y *Diapterus brevirostris*.

Clasificación ecológica. De las 72 especies capturadas, 4,2% correspondió a especies dominantes, 13,9% fue clasificada como ocasionales, mientras que 38,9% fueron especies constantes y 43% se catalogó como especies raras (Tabla 3).

Riqueza específica. El valor promedio más alto se presentó en mayo, $D_{Mg}=1,59$, y el más bajo se registró en agosto, $D_{Mg}=0,38$; sin embargo, no se registró diferencia significativa ($p>0,05$). Por estaciones se registraron importantes variaciones, desde 0,48 en la estación E4, hasta 2,13 en la estación E2. Las estaciones E1, E2 y E3 presentaron valores mayores a 1 y las estaciones E4, E5, E6 y E7 presentaron valores promedio menores a 1 ($p<0,05$). Valores de riqueza específica por meses y por estaciones se presentan en el Tabla 4.

Tabla 3. Especies y abundancia de peces registrados en la dársena de Puerto Chiapas, México*

N°	Familia	Especie	N° de organismos	Clasificación
1	Carangidae	<i>Caranx caballus</i> (Günther, 1868)	19	C
2		<i>Caranx caninus</i> (Günther, 1867)	19	C
3		<i>Caranx sexfasciatus</i> (Quoy & Gaimard, 1825)	11	R
4		<i>Caranx vinctus</i> (Jordan & Gilbert, 1882)	12	C
5		<i>Chloroscombrus orqueta</i> (Jordan & Gilbert, 1883)	91	O
6		<i>Selene brownii</i> (Cuvier, 1816)	1	R
7		<i>Selene dorsalis</i> (Gill, 1863)	13	C
8		<i>Selene oerstedii</i> (Lütken, 1880)	5	C
9		<i>Selene peruviana</i> (Guichenot, 1866)	61	O
10		<i>Trachinotus kennedyi</i> (Steindachner, 1876)	22	D
11		<i>Trachinotus paitensis</i> (Cuvier, 1832)	23	O
12		<i>Trachinotus rhodopus</i> Gill, 1863	11	R
13		<i>Hemicaranx leucurus</i> (Günther, 1864)	11	R
14		<i>Carangoides otrynter</i> (Jordan & Gilbert, 1883)	6	C
15		<i>Oligoplites altus</i> (Günther, 1868)	4	C
16	Chanidae	<i>Chanos chanos</i> (Forsskal, 1775)	3	C
17	Haemulidae	<i>Anisotremus dovii</i> (Günther, 1864)	17	C
18		<i>Anisotremus caesius</i> (Jordan & Gilbert, 1882)	9	R
19		<i>Orthopristis chalceus</i> (Günther, 1864)	1	R
20		<i>Haemulopsis leuciscus</i> (Günther, 1864)	4	C
21		<i>Pomadasys axillaris</i> (Steindachner, 1869)	1	R
22		<i>Pomadasys branickii</i> (Steindachner, 1879)	3	C
23	Paralichthyidae	<i>Citharichthys gilberti</i> (Jenkins & Evermann, 1889)	6	C
24		<i>Cyclopsetta querna</i> (Jordan y Bollman, 1890)	5	R
25	Sciaenidae	<i>Cynoscion stolzmanni</i> (Steindachner, 1879)	19	R
26		<i>Cynoscion xanthulus</i> (Jordan & Gilbert, 1882)	52	O
27		<i>Larimus acclivis</i> (Jordan & Bristol, 1898)	2	R
28		<i>Larimus argenteus</i> (Gill, 1863)	14	C
29		<i>Larimus effulgens</i> Gilbert, 1898	5	C
30		<i>Stellifer furthii</i> (Steindachner 1876)	14	R
31		<i>Menticirrhus panamensis</i> (Steindachner, 1876)	4	R
32		<i>Nebris occidentalis</i> (Vaillant, 1897)	8	R
33	Engraulidae	<i>Cetengraulis mysticetus</i> (Günther, 1867)	157	O
34		<i>Anchoa mundeola</i> (Gilbert & Pierson, 1898)	7	R

Tabla 3. Especies y abundancia de peces registrados en la dársena de Puerto Chiapas, México*

N°	Familia	Especie	N° de organismos	Clasificación
35	Hemiramphidae	<i>Anchoa nasus</i> (Kner & Steindachner, 1867)	6	R
36		<i>Hyporhamphus unifasciatus</i> (Ranzani, 1841)	4	C
37	Kiphosidae	<i>Kyphosus elegans</i> (Peters, 1869)	17	C
38		<i>Sectator ocyurus</i> (Jordan & Gilbert, 1882)	2	R
39	Elopidae	<i>Elops affinis</i> (Regan, 1909)	2	R
40	Serranidae	<i>Epinephelus adscensionis</i> (Osbeck, 1765)	1	R
41	Lophiidae	<i>Lophiomus setigerus</i> (Vahl, 1797)	1	R
42	Lutjanidae	<i>Lutjanus argentiventris</i> (Peters, 1869)	8	C
43		<i>Lutjanus guttatus</i> (Steindachner, 1869)	17	C
44	Gerreidae	<i>Gerres cinereus</i> (Walbaum, 1792)	121	D
45		<i>Diapterus brevirostris</i> (Sauvage, 1879)	167	O
46		<i>Eucinostomus argenteus</i> (Baird & Girard, 1855)	3	C
47	Mugilidae	<i>Mugil cephalus</i> (Linnaeus, 1758)	125	O
48	Narcinidae	<i>Narcine entemedor</i> (Jordan & Starks, 1895)	1	R
49	Nematistiidae	<i>Nematistius pectoralis</i> (Gill, 1862)	7	C
50	Clupeidae	<i>Ophistonema libertate</i> (Günther, 1867)	11	C
51		<i>Pliosteostoma lutipinnis</i> (Jordan & Gilbert, 1882)	30	O
52	Ephippidae	<i>Parapsettus panamensis</i> (Steindachner, 1876)	12	C
53		<i>Chaetodipterus zonatus</i> (Girard, 1858)	11	R
54	Stromateidae	<i>Peprilus paru</i> (Linnaeus, 1758)	3	C
55		<i>Peprilus simillimus</i> (Ayres, 1860)	9	C
56		<i>Peprilus snyderi</i> (Gilbert & Starks, 1904)	14	C
57	Polynemidae	<i>Polydactylus approximans</i> (Lay & Bennett, 1839)	10	C
58		<i>Polydactylus opercularis</i> (Gill, 1863)	2	R
59	Balistidae	<i>Pseudobalistes naufragium</i> (Jordan & Starks, 1895)	2	R
60	Heterenchelyidae	<i>Pythonichthys asodes</i> (Rosenblatt & Rubinoff, 1972)	2	R
61	Ariidae	<i>Sciades guatemalensis</i> (Günther, 1864)	20	O
62		<i>Sciades seemanni</i> (Günther, 1864)	72	O
63	Scombridae	<i>Scomberomorus sierra</i> (Jordan & Starks, 1895)	52	D
64	Myliobatidae	<i>Aetobatus narinari</i> (Euphrasen, 1790)	3	R
65	Tetraodontidae	<i>Sphoeroides annulatus</i> (Jenyns, 1842)	2	R
66	Sphyrnaeidae	<i>Sphyrna ensis</i> (Jordan & Gilbert, 1882)	3	R
67	Sphyrnidae	<i>Sphyrna lewini</i> (Griffith & Smith, 1834)	1	R
68	Belonidae	<i>Strongylura exilis</i> (Girard, 1854)	1	R
69	Cirrhitidae	<i>Cirrhitus rivulatus</i> (Valenciennes, 1846)	2	R

Tabla 3. Especies y abundancia de peces registrados en la dársena de Puerto Chiapas, México*

N°	Familia	Especie	N° de organismos	Clasificación
70	Carchariidae	<i>Carcharhinus limbatus</i> (Müller & Henle, 1839)	1	R
71	Centropomidae	<i>Centropomus armatus</i> (Gill, 1863)	5	C
72	Chaetodontidae	<i>Chaetodon humeralis</i> (Günther, 1860)	10	C

Están clasificadas con base en la prueba Olmstead-Tukey, modificada por González-Acosta *et al.* (2005) de acuerdo con su abundancia y frecuencia de aparición como: D=dominante, C= constante, O=ocasionales, R=raras

Equitatividad. El índice de equidad mostró un incremento en los meses de mayo, julio, septiembre, octubre y diciembre, y registró un claro descenso en el mes de agosto; sin embargo no existieron diferencias significativas ($p>0,05$, Tabla 5). Por estaciones, se observaron valores similares en E1, E2 y E3 (estaciones cercanas al océano), mientras que en E4, E5, E6 y E7 (estaciones ubicadas dentro de la dársena del Puerto) se observaron valores menores a 1 ($p<0,05$, Tabla 5). No existió equidad tanto espacial como temporalmente porque el valor de H' calculado estuvo alejado del $\ln S$ (Moreno 2001); así, en octubre, donde se registró la menor diferencia entre H y el $\ln S$, esta fue de 50,8%. Los valores de H' se presentan en la Tabla 5.

Índice de Valor Biológico (IVB). Las especies *D. brevirostris*, *Chloroscombrus orqueta* y *Selene peruviana* presentaron los valores más altos, mientras que las especies *Epinephelus adscensionis*, *Cirrhitus rivulatus*, *Aetobatus narinari*, *Carcharhinus limbatus*, *Chanos chanos*, *Oligoplites altus*, y *Trachinotus rhodopus* presentaron valores bajos de IVB (Tabla 6). El IVB fue comparado con la Serie de Números de Hill y se obtuvo la misma lista de especies muy abundantes.

Análisis de conglomerados. El análisis de conglomerados de las especies identificadas definió siete grupos. Se observa que *Cetengraulis mysticetus* se mostró totalmente aislada (Figura 3) y el análisis de las estaciones mostró dos grandes grupos dentro del sistema: el grupo A conformado por: E4, E5, E6 y E7, el grupo B formado por: E3, E2 y E1 (Figura 4).

Relación organismo-ambiente. La salinidad y pH presentaron un nivel de correlación con la riqueza de especies. En el primer caso la correlación fue baja ($r=0,62$) y no significativa ($p>0,05$). Para el segundo caso se encontró una mayor correlación y fue significativa ($r=0,89$; $p<0,05$).

Discusión

La temperatura del agua presentó una mínima variación a lo largo del año; resultados semejantes los reporta Espinosa *et al.* (2008); las costas de Chiapas se caracterizan por una oscilación anual de temperaturas (OAT) casi nula o isotermal. Castillo-Rivera *et al.* (2003) consideran que las condiciones ambientales físicas y químicas que se presentan en la zona costera, juegan un papel importante en la determinación de la variación espacio temporal de la abundancia y diversidad de peces. En diversos estudios (Gómez-Gaspar y Hernández-Ávila 2009, Juárez-Hernández *et al.* 2013) se han concluido que la temperatura y salinidad influyen en la riqueza de especies, sin embargo, en este estudio estos parámetros no mostraron tal influencia.

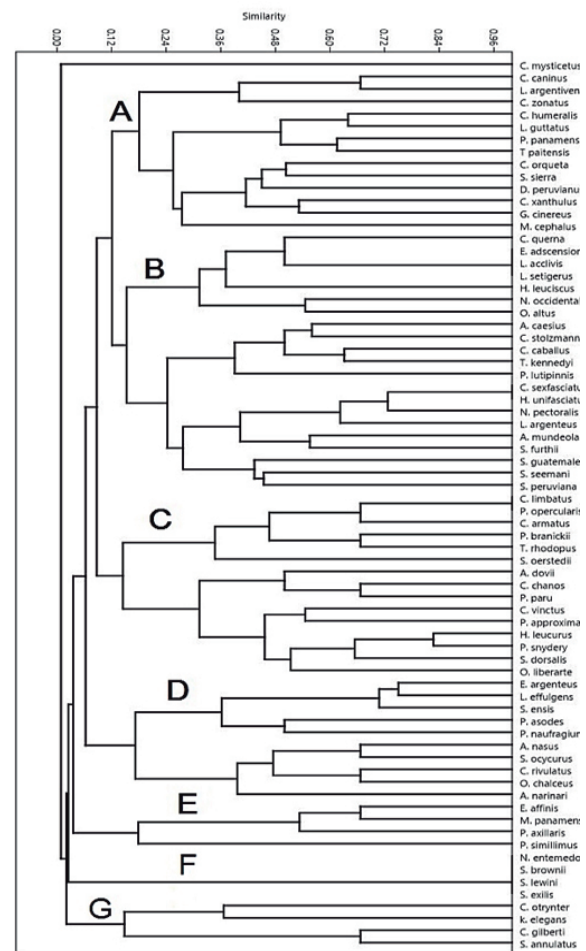
El ACP temporal mostró (Figura 2a) que la variabilidad de los factores ambientales se define en términos de cambios estacionales entre dos épocas climáticas claramente separadas (lluvias y secas), lo que coincide con las dos épocas registradas para la zona de estudio de acuerdo con García (1981), quien mencionó que la temporada de lluvias comienza a finales del mes de mayo y se extiende hasta noviembre, mientras que la sequía abarca los meses de diciembre hasta mayo en coincidencia con la época de perturbaciones tropicales.

Las estaciones E1, E2 y E3 fueron las que registraron mayor abundancia, lo que coincide con Castillo-Rivera *et al.* (2003) quienes observaron que la abundancia de especies aumenta con la cercanía a la boca de comunicación con el océano. La E4 fue la estación con menor valor en abundancia, probablemente debido a que la presencia de turistas en este sitio es constante, lo cual propicia cambios en la conducta de los peces (Juárez-Hernández *et al.* 2013).

Tabla 4. Riqueza específica de peces en Puerto Chiapas, de acuerdo al índice de Margalef (D_{Mg})

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	P	DE	N	($p < 0,05$)
E1	1,14	2,53	0,76	0,91	3,29	1,50	1,64	0,00	2,65	1,66	1,44	2,42	1,66	0,93	12	3,4,5,6,7
E2	*	2,87	3,85	2,08	1,08	2,42	2,30	*	1,50	1,52	1,52	2,20	2,13	0,81	10	3,4,5,6,7
E3	*	0,31	0,32	1,54	1,99	0,96	1,97	1,37	1,09	0,61	0,51	1,44	1,10	0,61	11	1,2
E4	0,00	0,00	1,44	*	0,00	0,00	1,44	0,91	0,68	0,00	0,00	0,78	0,48	0,60	11	1,2
E5	*	1,82	0,00	1,24	*	0,00	1,44	0,00	*	1,42	0,91	1,67	0,94	0,75	9	1,2
E6	1,15	1,25	0,67	0,00	0,83	0,96	0,72	0,00	*	*	0,72	1,12	0,74	0,44	10	1,2
E7	0,00	0,80	1,38	0,00	2,34	1,56	0,72	0,00	0,00	1,89	1,17	0,00	0,82	0,84	12	1,2
P	0,57	1,37	1,20	0,96	1,59	1,06	1,46	0,38	1,18	1,18	0,90	1,38				
DE	0,66	1,09	1,28	0,84	1,18	0,87	0,59	0,61	0,99	0,72	0,54	0,83				
N	4	7	7	6	6	7	7	6	5	6	7	7				

*=estaciones donde no se capturaron organismos; los valores $D_{Mg}=0$ cuando hay una sola especie; P= promedio, DE= desviación estándar; N= número de datos. Los números corresponden a las estaciones analizadas que presentaron diferencias significativas

**Figura 3.** Similitud de especies según el índice de Bray Curtis entre las estaciones de muestreo establecidas, Puerto Chiapas, México.

peces tropicales y subtropicales (Rodríguez-Romero *et al.* 1998).

Por su riqueza de especies destacaron tres familias: Carangidae (15 sp), Sciaenidae (8 sp), Haemulidae (6 sp), lo que coincide con lo reportado por Rodiles-Hernández *et al.* (2005) para el estado de Chiapas. La riqueza específica más alta se presentó en las estaciones de entrada a la dársena, lo que coincide con estudios que mencionan que la riqueza de especies es mayor en sitios cercanos a la boca barra de los sistemas (Sanvicente-Añorve *et al.* 2000).

En este trabajo, los valores más altos de equitatividad coincidieron con los máximos valores de diversidad, lo cual permite considerar que a mayor diversidad mayor equitatividad, esto concuerda con los resultados de Gaspar (2008).

Es importante añadir que de las especies identificadas, *Sciades seemanni*, *Stellifer fuerthii*, *Caranx caninus*, *Hemicaranx leucurus*, *Chaetodon humeralis*, *Diapterus brevirostris*, *Lutjanus argentiventris* y *Sphoeroides annulatus*, viven en los sistemas lagunares de la región (Díaz-Ruiz *et al.* 2004, Tapia-García y Mendoza-Rodríguez 2005), el resto de especies fueron menos abundantes y presentaron patrones de cambio mensual, característica de

Tabla 5. Índices de equidad de Shannon-Wiener de peces en Puerto Chiapas

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	P	DE	LN(S)	n	p<0,05 ¹
1	1,09	1,44	0,9	0,64	2,25	1,07	1,55	0	2,12	1,5	0,69	1,8	1,25	0,65	3,69	12	4,6
2	*	2,01	2,15	0,96	1,23	2,03	1,84	*	1,57	1,57	1,48	1,85	1,67	0,38	3,69	10	3,4,5,6,7
3	*	0,65	0,68	1,15	1,46	1,08	1,75	1,15	1,38	1,08	0,6	1,53	1,15	0,39	3,26	11	2,4
4	0	0	0,69	*	0	0	0,69	0,64	1,01	0	0	0,9	0,36	0,42	2,20	11	1, 2, 3
5	*	1,10	0	0,95	*	0	1,04	0	*	1,64	0,64	1,33	0,74	0,62	2,64	9	2
6	1,17	1,12	0,32	0	0,91	0,91	0,56	0	*	*	0,56	1,01	0,66	0,44	2,64	10	1, 2
7	0	0,96	1,46	0	1,91	1,46	0,56	0	0	1,79	1,22	0	0,78	0,77	3,09	12	2
P	0,57	1,04	0,89	0,62	1,31	0,94	1,14	0,30	1,22	1,26	0,74	1,20					
DE	0,65	0,63	0,72	0,50	0,80	0,74	0,57	0,49	0,79	0,66	0,48	0,64					
ln(S)	2,30	3,26	3,09	2,83	3,33	2,83	3,14	2,20	2,94	2,64	2,56	3,18					
n	4	7	7	6	6	7	7	6	5	6	7	7					

*=estaciones donde no se capturaron organismos; los valores H'=0 cuando hay una sola especie; P= promedio, DE= desviación estándar; N= número de datos. ¹Los números corresponden a las estaciones con las que presentó diferencias significativas la estación analizada. LN(S)

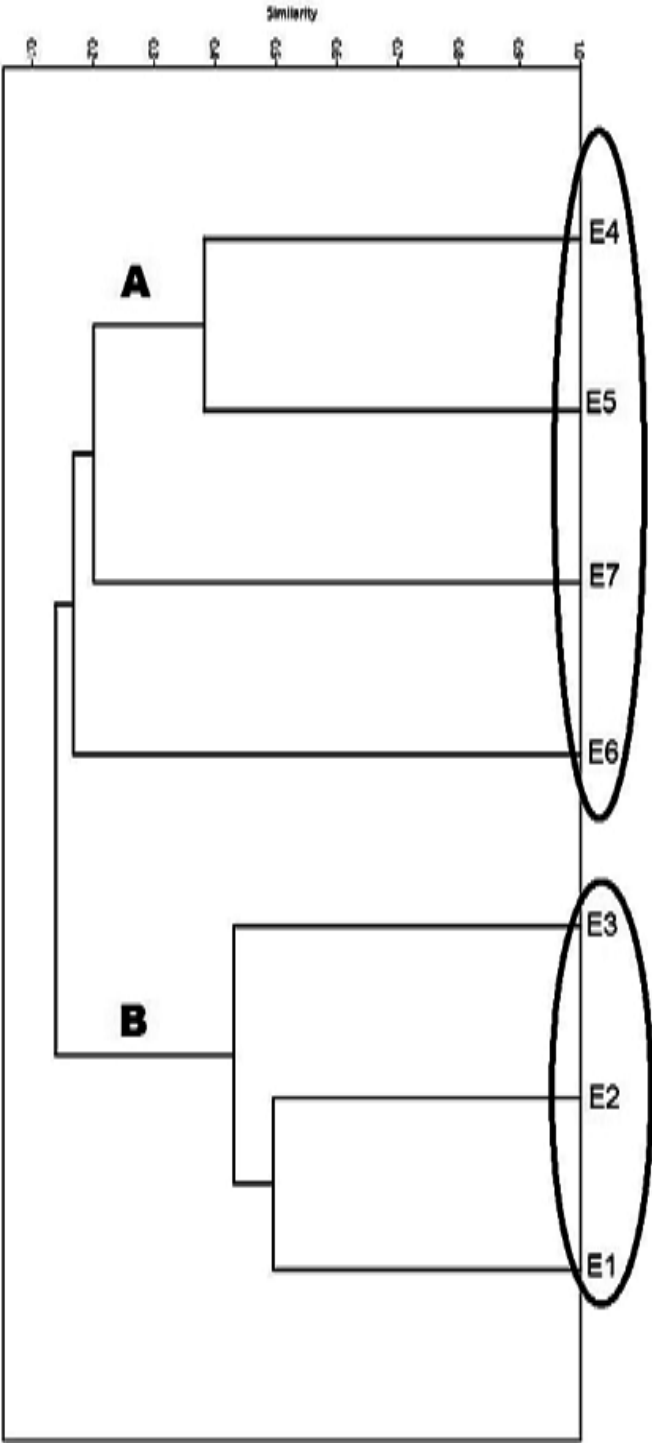


Figura 4. Similitud estacional según el índice de Bray Curtis en Puerto Chiapas, México.

Tabla 6. Se presentan las especies con los puntajes más altos y más bajos del Índice de Valor Biológico (IVB)

Especies	IVB	IMP		ABT
		IVB	IBT	
<i>D. brevirostris</i>	186	1	1	167
<i>C. orqueta</i>	141	2	2	91
<i>S. seemani</i>	135	3	3	71
<i>S. peruviana</i>	128	4	4	61
<i>G. cinereus</i>	124	5	5	121
<i>M. cephalus</i>	79	6	6	125
<i>C. xanthulus</i>	77	7	7	52
<i>S. sierra</i>	73	8	8	52
<i>T. kennedyi</i>	68	9	9	19
<i>C. rivulatus</i>	7	54	54	2
<i>A. narinari</i>	7	55	55	2
<i>P. opercularis</i>	7	56	56	1
<i>P. branickii</i>	7	57	57	3
<i>C. limbatus</i>	7	58	58	1
<i>E. adscensions</i>	1	59	59	1

El orden de importancia con base en su valor de IVB (IMP/IVB) y su valor de abundancia total (IMP/ABT), y la abundancia total por especie (ABT)

De acuerdo con el IVB, las 20 especies muy abundantes representaron 78,9% del total del IVB; algunas de estas especies coinciden con lo ya reportado por Acal y Arias (1990) que registraron a *Chloroscombrus orqueta* y *D. brevirostris*; Bianchi (1991), reportó a *C. orqueta*, *S. peruviana* y *D. brevirostris*; Martínez-Muñoz (2012) reportó a *S. peruviana* y *D. brevirostris*; Núñez-Orozco *et al.* (2013) reportaron a *S. peruviana* y *C. orqueta*, todas estas para el Golfo de Tehuantepec.

El agua de mar presenta un pH promedio de 8,1 (Waldbusser y Salisbury, 2014); en nuestra área de estudios el pH registró promedios de 8,3 a 8,5, y se observó una mayor riqueza de especies en las estaciones con mayor pH y salinidad promedio (E1, E2 y E3). De Silva *et al.* (2007) mencionaron al pH como un parámetro físico que provoca variaciones en los atributos del hábitat; sin embargo, para Sawyer *et al.* (2004), la composición ictiofaunística está condicionada por la sumatoria de la influencia de muchas variables ambientales y no necesariamente una sola.

Lo heterogéneo entre los resultados ambientales, de riqueza de especies y de equidad de especies obtenidos en este trabajo, sugiere la necesidad de realizar

análisis detallados que permitan no homegenizar resultados, y lograr una mayor riqueza y comprensión de los datos analizados.

Conclusiones

Las condiciones ambientales de la dársena de Puerto Chiapas claramente siguen un patrón estacional de lluvias y estiaje. En cuanto a la diversidad de peces, el área resultó con alta diversidad, alta equitatividad y baja dominancia de especies. La mayor riqueza de especies se presentó en el área próxima al mar (E1, E2 y E3). Es importante y necesario continuar con los estudios referentes con el conocimiento de la alta riqueza de especies, que surge como un indicador de fragilidad ecológica que respalda la necesidad de establecer un plan de conservación y manejo sustentable de biodiversidad íctica.

Agradecimientos

E Espino Barr, PM Negrete Moreno, JH López Urbina por el apoyo brindado en en la realización de la investigación.

Literatura citada

- Acal DE, Arias A. 1990. Evaluación de los recursos demersos-pelágicos vulnerables a redes de arrastre de fondo en el sur del Pacífico de México. *Ciencias Marinas*. 16 (3): 93-129. Disponible en: <https://bit.ly/3gCuAP3>
- Allen GR, Robertson R. 1994. *Fishes of the Tropical Eastern Pacific*. UnivErsity of Hawai'i Press. 352 pp. Disponible en: <https://bit.ly/338l6U4>
- Álvarez del Villar J. 1970. Peces mexicanos (claves). Serie Investigación Pesquera Estudio 1. Instituto Nacional de Investigaciones Biológico Pesqueras, México. 166 pp.
- Amezcu-Linares F. 1996. Peces demersales de la plataforma continental del Pacífico Central de México. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. México. 184 pp. Disponible en: <http://bibliotecasibe.ecosur.mx/sibe/book/000011928>
- Bloom SA. 1981. Similarity indices in community studies: potential pitfalls. *Marine Ecology. Progress Series*. 5: 125-8. Disponible en: <https://www.intres.com/articles/meps/5/m005p125.pdf>
- Bray JR, Curtis JT (1957) An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecol Monogr*. 27: 325-49. Disponible en: <https://doi.org/10.2307/1942268>
- Castillo-Rivera M, Zárate R, Sanvicente-Añorve L. 2003. Patrones de la diversidad de peces en la laguna de Pueblo Viejo, Veracruz, México. *Hidrobiológica*. 13 (4): 289-98. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/hbio/v13n4/v13n4a6.pdf>
- Castro-Aguirre JL. 1978. Catálogo sistemático de los peces marinos que penetran a las aguas continentales de México con aspectos zoogeográficos y ecológicos. Departamento de Pesca, Instituto Nacional de Pesca, México. Serie Científica 19: 398 pp.
- Compagno LJV. 1984. *FAO Species Catalogue*. Vol 4. *Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Part 2. Carcharhiniformes*. FAO Fish. Rome. Synop 125 (4/2): 251-655. Disponible en: [o.org/3/ad123e/ad123e00.htm](http://www.fao.org/3/ad123e/ad123e00.htm)
- Contreras-Espinoza F, Ibarra-Obando S. 1997. Budgets for Mexican coastal lagoons. *Humid Pacific Coastal. Chantuto-Panzacola, Chiapas*. 47-50. In: SV Smith, S Ibarra-Obando, PR Boudreau y VF Camacho-Ibar (eds.). *Comparison of Carbon, Nitrogen and Phosphorus Fluxes in Mexican Coastal Lagoons*. LOICZ Report Studies N° 10. 84 pp.
- De Silva SS, Abernethy NW, Nguyen T. 2007. Endemic freshwater finfish of Asia: distribution and conservation status. *Diversity Distrib*. 13: 172-84. Disponible en: <https://www.jstor.org/stable/4539909?seq=1>
- Díaz-Ruiz S, Cano-Quiroga E, Aguirre-León A, Ortega-Bernal R. 2004. Diversidad, abundancia y conjuntos ictiofaunísticos del sistema lagunar-estuarino Chantuto-Panzacola, Chiapas, México. *Rev Biol Trop*. 52 (1): 187-99. Disponible en: <https://bit.ly/2S3DV8w>
- Eddy S, Underhill J, Bamrick J, Cawley E, Jaques W. 1978. *How to know the freshwater fishes?* 3rd ed. Revised. WC Brown, McGraw-Hill, 215 pp.
- Eschmeyer WN, Fricke R, Fong JD, Polack DA. 2010. Marine fish diversity: history of knowledge and discovery (Pisces). *Zootaxa*. 2525 (1): 19-50. Disponible en: <https://bit.ly/3azCSn6>
- Espinosa D, Ocegueda S, Aguilar C, Flores O, Llorente J. 2008. El conocimiento biogeográfico de las especies y su regionalización natural, en *Capital natural de México: Conocimiento actual de la biodiversidad*. CONABIO, México. 1: 33-65.
- Espinosa-Pérez H. 2014. Biodiversidad de peces en México. *Rev Mex Biodiv*. 85 (suppl): S450-S9. Disponible en: <https://doi.org/10.7550/rmb.32264>
- Fischer W, Krupp F, Schneider W, Sommer C, Carpenter KE, Niem VH. 1995. *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de pesca*. Vol. 1. Plantas e invertebrados. Pacífico Central Oriental, Roma, FAO. 1: 1-646. Disponible en: <https://bit.ly/3aFGVOL>
- García E. 1981. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. Editorial Larrios, México. 252 pp.
- Gaspar R. 2008. *Diversidad íctica de la zona costera influenciada por el río Manzanares, Golfo de Cariaco Venezuela*. Tesis de licenciatura. Cumaná, Venezuela. 65 pp.
- Gómez-Gaspar A, Hernández-Ávila I. 2009. *Diversidad íctica en playas de Isla Cubagua, Venezuela*. *Bol Invest Mar Cost*. 38 (1): 7-23. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/mar/v38n1/v38n1a01.pdf>
- González-Acosta AF, De La Cruz-Agüero G, De La Cruz-Agüero J, Ruiz-Campos G. 2005. Patrones estacionales en la estructura de los peces de manglar El Conchalito, Bahía de la Paz, Baja California Sur, México. *Hidrobiológica*. 15 (2): 205-14. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/hbio/v15n2/v15n2a9.pdf>
- González-Sansón G. 1994. *Apuntes para un curso de métodos multivariados aplicados en ecología y sistemática*. Centro de Investigaciones Marinas. Universidad de La Habana, Cuba. 75 pp.
- Hill MO. 1973. Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. *Ecology*. 54 (2): 427-32. Disponible en: <https://doi.org/10.2307/1934352>
- Hoese HD, Moore RH. 1977. *Fishes of the Gulf of Mexico, Texas, Louisiana, and Adjacent Waters*. Texas A and M University Press, College Station. 327 pp.
- Jackson JBC, Kirby MX, Berger WH, Bjørndal KA, Botsford LW, Bourque JJ, *et al*. 2001. Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems. *Science*. 293 (5530): 629-37. Disponible en: doi: 10.1126/science.1059199
- Juárez-Hernández LG, Tapia-García M, Luna-Monsivais B. 2013. Estructura de las comunidades de peces de las bahías Maguey y Cacaluta, Huatulco, Oaxaca. *Rev Mex Biodiv*. 84 (4): 1243-57. Disponible en: <https://doi.org/10.7550/rmb.28910>
- Lara-Lara JR, Arenas-Fuentes V, Bazán-Guzmán C, Díaz-Castañeda, Escobar-Briones E, García Abad MC, *et al*. 2008. Los ecosistemas marinos en: *Capital natural de México. Conocimiento actual de la biodiversidad*. CONABIO, México. 1: 135-59.
- López-González L del C. 2004. Estructura de la comunidad íc-

- tica en el estero de Rancho Bueno, Baja California Sur, México. Tesis de Maestría, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional. La Paz, Baja California Sur, México. 92 pp. Disponible en: <https://bit.ly/3dQRJvG>
- Loya-Salinas DH, Escofet A. 1990. Aportaciones al cálculo del Índice de Valor Biológico (Sanders, 1960). Ciencias Marinas. 16 (2): 97-115. Disponible en: <https://bit.ly/3gE-3h7k>
- Magurran AE. 1988. Ecological diversity and its measurement. Croom Helm, Londres. 179 pp.
- Margalef R. 1968. Perspectives in ecological theory. University of Chicago Pr. Chicago. 111 pp.
- Martínez-Muñoz MA. 2012. Estructura y distribución de la comunidad íctica acompañante en la pesca del camarón (Golfo de Tehuantepec, Pacífico Oriental, México). Universidad de Barcelona, España. 604 pp. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10261/95128>
- Miller DJ, Lea RN. 1972. Guide to the coastal marine fishes of California. California department Fishes and Game, Fish. Bull. 157-249.
- Moreno CE. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T. Manuales & Tesis SEA. Vol. 1. 84 pp. Disponible en: <https://bit.ly/3tUZ1nI>
- Nelson JS. 2006. Fishes of the world. 4th ed. John Wiley & Sons. New York. 601 pp.
- Núñez-Orozco AL, Labastida-Che A, Oviedo-Piamonte JA. 2013. Composición y abundancia de la ictiofauna en la franja sublitoral del Golfo de Tehuantepec, Oaxaca/Chiapas, México. Centro Regional de Investigación Pesquera Salina Cruz, Instituto Nacional de Pesca. Ciencia Pesquera. 21 (2): 29-40.
- Penagos GFE, Tapia GM, Espinoza ME, Del Carpio PCU. 2011. Ictiofauna de la plataforma continental de la región Soconusco, Chiapas, México. Lacandonia. 5 (2): 103-26. Disponible en: <https://bit.ly/3nkBmu9>
- Rodiles-Hernández R, González-Díaz AA, Chan-Sala C. 2005. Lista de peces continentales de Chiapas, México. Hidrobiológica. 15 (2): 245-53. Disponible en: <https://bit.ly/3dNQsFm>
- Rodríguez-Romero J, Abitia A, Galván S, Gutiérrez P, Aguilar B, Arvizu MJ. 1998. Ecology of fish communities from the soft bottoms of Bahía Concepción, México. Arch Fish Mar Res. 46 (1): 61-76. Disponible en: <https://bit.ly/3g-CHJaZ>
- Sanders HL. 1960. Benthic studies in Buzzard Bay III. The structure of the soft-bottom community. Limnol Oceanogr 5: 138-153. Disponible en: <https://bit.ly/3sP-QmkU>
- Sanvicente-Añorve L, Flores-Coto C, Chiappa-Carrara X. 2000. Temporal and spatial scales of the ichthyoplankton. Distribution in the Southern Gulf of Mexico. Estuarine, Coastal and Shelf Science 51 (4): 463-75. Disponible en: <https://doi.org/10.1006/ecss.2000.0692>
- Sawyer JA, Stewart PM, Mullen MM, Simon TP, Bennett HH. 2004. Influence of habitat, water quality, and land use on macro-invertebrate and fish assemblages of a southeastern coastal plain watershed, USA. Aquatic Ecosystem Health & Management, 7 (1): 85-99. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/14634980490281353>
- Tapia-García M, Gutiérrez-Díaz B. 1998. Recursos pesqueros de los estados de Oaxaca y Chiapas. 149-162. En: Tapia-García, M (ed.). El Golfo de Tehuantepec: el ecosistema y sus recursos. Universidad Autónoma Metropolitana, Iztapalapa, México. 239 pp.
- Tapia-García M, Mendoza-Rodríguez R. 2005. Composición y abundancia de la ictiofauna de las lagunas superior e inferior, Oaxaca México. Actual Biol. 27 (82): 57-65. Disponible en: <https://bit.ly/2QoSqU2>
- Thompson DA, Findley LT, Kerstitch NA. 1979. Reef fishes of the Sea of Cortez. John Wiley and Sons, New York. 320 pp.
- Torres-Orozco RE, Pérez-Hernández MA. 2011. Los peces de México: una riqueza amenazada. Revista Digital Universitaria. 12 (1): 3-15. Disponible en: <https://bit.ly/2RY-CpV3>
- Velázquez-Velázquez E, Contreras-Balderas S, Domínguez-Cisneros SE, Gómez-González A. 2013. Riqueza y diversidad de peces continentales. 275-282. En: La biodiversidad en Chiapas: Estudio de Estado. CONABIO y Gobierno del Estado de Chiapas, México. Vol. II. 431 pp. Disponible en: <https://bit.ly/3sKLei0>
- Waldbusser GG, Salisbury JE. 2014. Ocean acidification in the coastal zone from an organism's perspective: Multiple system parameters, frequency domains, and habitats. Ann Rev Mar Sci. 6 (1): 221-47. Disponible en: <https://bit.ly/3vivvZk>
- Walker HJ, Bussing WA. 1996. Two new pufferfishes of the genus *Sphoeroides* from the Eastern Pacific. Copeia. 1996 (3): 677-84. Disponible en: <https://www.jstor.org/stable/1447532?seq=1>
- Whitehead PJP. 1985. FAO Species Catalogue. Vol 7. Clupeoid fishes of the world (suborder Clupeoidei). An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, shads, anchovies and wolf-herrings. FAO Fish. Synop. Rome. 125 (7/1): 303 pp. Disponible en: <http://www.fao.org/3/ac482e/ac482e00.htm>
- Zar JH. 2010. Biostatistical analysis. Pearson New International Edition. 5th ed. Pearson Prentice-Hall Inc. New Jersey, USA. 944 pp.