

Comunidad ictioplanctónica en la laguna de Coyuca de Benitez, Guerrero, Mexico.

Ichthyoplankton community in Coyuca de Benitez lagoon, Guerrero, Mexico.

María de los Ángeles Mariano Benítez ^a, Pedro Flores Rodríguez ^b, Gorgonio Ruíz Campos ^c, Carmina Torreblanca Ramírez ^d, Jesús Guadalupe Padilla Serrato ^e, Roberto Carlos Almazán Núñez ^f

Abstract:

Ichthyoplanktonic studies provide basic elements for management and sustainable use of fishing resources. The objective of this work was to determine the structure of the ichthyoplanktonic community in the Coyuca lagoon during an annual cycle. Samplings were carried out monthly in four work stations; a standard 500 µm conical mesh was used to obtain the samples. The ichthyoplankton composition was characterized through its ecological attributes and implemented by Shannon diversity index, uniformity index, species richness and the biological value index. A total of 2673 fish larvae were collected, representing nine families, eleven genera and eight species. The most abundant genus was *Lile*, representing 74.17 % of the total sample. The temporal abundance showed significant differences between the months analyzed ($p < 0.05$) related to the seasons of the year partially, a high concentration of fish larvae was found in mangrove areas, which correspond to high productivity sites suitable to the development and fish larvae survival.

Keywords:

Ichthyoplankton, lagoon, mangrove, abundance

Resumen:

Los estudios ictioplanctónicos proveen elementos básicos para el ordenamiento y aprovechamiento sustentable de los recursos pesqueros. El objetivo de este trabajo fue determinar la estructura de la comunidad ictioplanctónica en la laguna de Coyuca durante un ciclo anual. Se realizaron muestreos mensuales en cuatro estaciones de trabajo, para la obtención de las muestras se utilizó una red cónica estándar de 500 µm de luz de malla. La composición ictioplanctónica se caracterizó a través de los atributos ecológicos: Índice de diversidad de Shannon, índice de uniformidad, riqueza de especies y el índice de valor biológico. Se recolectaron 2673 larvas de peces, pertenecientes a nueve familias, once géneros y ocho especies, siendo el género *Lile* el más abundante, con el 74.17 % de la abundancia total. La abundancia temporal presentó diferencias significativas entre los meses analizados ($p < 0.05$), las cuales están relacionadas con las estaciones del año. Espacialmente se encontró una mayor concentración de larvas de peces en las zonas de manglares debido a que estos ecosistemas corresponden a sitios de alta productividad propicios para el desarrollo y supervivencia de larvas de peces.

Palabras Clave:

Ictioplancton, laguna, manglares, abundancia

Introducción

La laguna de Coyuca, Guerrero tiene gran importancia pesquera, y a pesar de esto se desconocen aspectos

fundamentales de las primeras etapas de vida de los peces (ictioplancton) que ahí habitan. A través de los estudios ictioplanctónicos se determinan los recursos pesqueros aptos para ser explotados racionalmente y se

^{a,b,d,e} Universidad Autónoma de Guerrero, Facultad de Ecología Marina <https://orcid.org/0009-0006-5077-8453>.

Email: 11264366@uagro.mx; <https://orcid.org/0000-0003-3246-5788> Email: 05003@uagro.mx; <https://orcid.org/0000-0002-0901-296X>

Email: carminatorreblanca@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-6815-9147> Email: jgpadillas@hotmail.com

^c Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Ciencias, <https://orcid.org/0000-0003-1790-456X> Email: gruiz@uabc.edu.mx

^f Universidad Autónoma de Guerrero, Facultad de Ciencias Químico-Biológicas, <https://orcid.org/0000-0002-9913-2737>

Email: oikos79@yahoo.com.mx

establecen las medidas necesarias para el aprovechamiento sustentable y su conservación (Contreras, 1993; Suárez-Morales, 1994; Flores-Verdugo, 2002) Asimismo, el estudio de la variabilidad en la composición y abundancia ictioplanctónica, permite determinar la calidad o el deterioro de los sistemas dulceacuícolas (Quispe-Becerra, 2014). Entender la dinámica de las larvas de peces contribuye significativamente al entendimiento de la ecología de poblaciones de los peces adultos a través de los estudios ictioplanctónicos se puede obtener una gran cantidad de datos valiosos para la investigación pesquera: la detección de áreas y épocas de desove de poblaciones de interés comercial, el estudio de las variaciones en la biomasa del desove a través de la estimación de la abundancia de huevos y larvas jóvenes, la predicción del vigor de las clases anuales, la discriminación entre diferentes stocks de la misma especie, la detección de nuevos recursos y variaciones en su composición y abundancia, los estudios del desarrollo, crecimiento, comportamiento, y de sus relaciones tróficas y mortalidad (Funes-Rodríguez y González-Armas, 2001).

Las lagunas costeras se caracterizan por presentar una alta productividad debido en gran parte a que en ellas se realiza una fertilización complementaria, fuera de los sistemas marinos y a partir de nutrientes terrígenos, lo que da lugar a la formación de hábitats apropiados y aptos para el desarrollo de distintas comunidades del plancton, entre ellas la comunidad ictioplanctónica.

A pesar de la importancia de los estudios ictioplanctónicos a nivel ecológico y económico, no se cuentan con investigaciones en las lagunas costeras del estado de Guerrero, pese a que el estado se caracteriza porque la mayor parte de su costa es de tipo litoral lagunar, donde la pesca ocupa un lugar preferencial entre las actividades económicas productivas (Yáñez-Arancibia, 1978). De hecho, la laguna de Coyuca posee una gran importancia socioeconómica local ya que en ella laboran aproximadamente 37 sociedades cooperativas de producción pesquera que comercializan 19 especies de las cuales 16 son peces, adicionalmente, se pesca el langostino, la jaiba y el camarón chacal; tan solo en el 2020 las capturas superaron los 11 millones de pesos (CONAPESCA, 2020).

Asimismo, la fuerte actividad pesquera en la zona y en el estado en general, justifican la realización de este tipo de estudios para generar información que sirva como base para el ordenamiento territorial y aprovechamiento sustentable de sus recursos pesqueros. El objetivo de esta investigación fue caracterizar la comunidad ictioplanctónica de la laguna de Coyuca y contribuir con información para la generación de medidas de aprovechamiento sustentable de los recursos pesqueros en el área de estudio.

Materiales y Métodos

La laguna de Coyuca se localiza al noroeste de Acapulco, entre las coordenadas 16° 53' 20.50" latitud norte y 99° 59' 28.11" longitud oeste (CONAGUA, 2020). La laguna tiene una superficie aproximada de 34 km², una longitud de 10.6 km, anchura promedio de 2.8 km y una línea de costa de 26.7 km.

Se considera un sitio prioritario para la conservación de la biodiversidad del país y está dentro de la lista de humedales de importancia a nivel nacional (CONABIO, 2009). Esta laguna se encuentra localizada en la Región Hidrológica No. 19: Costa Grande. Situada al suroeste del estado, comprendiendo el 20% del territorio; sus límites son: la Región del Balsas al norte y occidente y la Región Hidrológica No. 20 Costa Chica al oriente (Castillo, 2010).

La parte occidental la cuenca del río Coyuca, proporciona aguas continentales a la laguna con una descarga anual de 975.6 x 10⁶ m³ proveniente de las montañas (Guzmán-Arroyo et al., 1986), siendo además la fuente de mayor aporte a la laguna. La laguna de Coyuca también recibe aportes del río Conchero, el cual está ubicado en la parte sur-oriental, sin embargo, esta es una reducida aportación, la cual se limita a la temporada de lluvias (Román-Contreras, 1991; Fonseca y Lozada-Pérez, 1993). Otra característica importante es la barrera de arena de 500 m de ancho, localizada frente a la desembocadura del río Coyuca, la cual separa el agua lagunar del agua marina (Aguirre-Gómez, 2001).

Se realizaron muestreos mensuales de noviembre de 2019 a octubre de 2020 en cuatro sitios de la laguna, se realizaron arrastres superficiales, con una duración de 5 minutos utilizando una red cónica estándar de 500 µm de luz de malla (Figura 1).

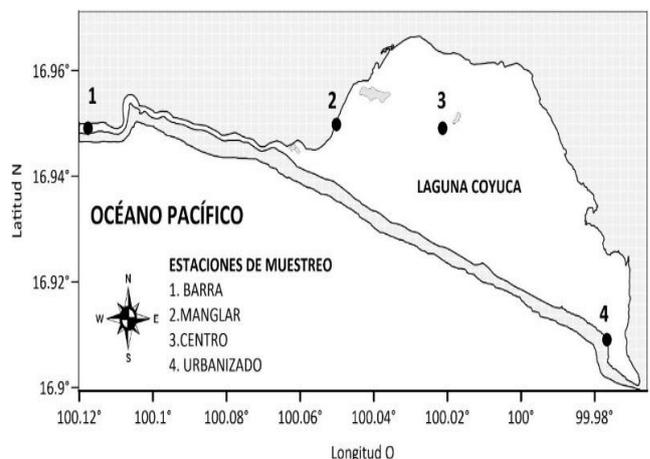


Figura 1. Sitios de muestreo en la laguna de Coyuca de Benítez, Guerrero, México. Durante el periodo noviembre del 2019 a octubre del 2020.

Las muestras de ictioplancton fueron fijadas en una solución de formaldehído al 4% neutralizada con borato de sodio. En cada estación de muestreo se registraron los parámetros fisicoquímicos del agua como temperatura (°C) con un termómetro digital; salinidad (‰) con un refractómetro; pH con un potenciómetro; transparencia (m) con un disco de Secchi.

La abundancia fue expresada como el número de individuos/m³ de agua filtrada por la red de muestreo. Las larvas de peces se identificaron al nivel taxonómico más bajo posible con la ayuda de un microscopio estereoscópico. Para la identificación de los taxos se utilizó literatura especializada como Matarese et al., (1989), Moser et al., (1996) y Jiménez-Rosenberg, (1998).

Se aplicó la prueba no paramétrica de Kolmogorov-Smirnov para detectar si existían diferencias entre los meses analizados utilizando el programa SPSS 23. Se calculó la diversidad de Shannon–Wiener (H), la uniformidad de J) y, la riqueza específica (S)., Para la jerarquización de las especies se aplicó el índice de valor biológico (IVB), mediante el programa Biodiversity Pro V2. Se realizó un análisis de Correspondencia Canónica (CCA), para conocer la influencia de los factores ambientales (temperatura, salinidad, pH y transparencia del agua) en la variabilidad de la composición ictioplanctónica. El análisis se realizó en el programa CANOCO 4.5.

Resultados

Factores ambientales

La temperatura superficial promedio anual de la laguna fue de 29.9 ± 2.0 °C, la temperatura superficial más baja se registró en diciembre con 28.1 ± 1.8 °C, y la más alta en junio con 32.1 ± 0.2°C. La salinidad promedio anual fue de 2.0 ± 0.8 ‰, los valores mínimos de salinidad se registraron en enero y febrero 1.2 ± 0.3 ‰, y el valor máximo en julio 2.8 ± 0.7‰. El promedio anual de pH fue de 8.5 ± 0.8, el valor mínimo de pH fue de 6.4 ± 1.8 en noviembre y los valores máximos en junio, septiembre y octubre con valor de 9.0 ± 0.4. La transparencia promedio anual fue de 0.62 ± 0.29 m, la menor transparencia se registró en noviembre con 0.26 ± 0.11 m, y la mayor transparencia en enero y marzo con 0.82 ± 0.33 m.

Ictioplancton

Se recolectaron un total de 2673 larvas de peces, pertenecientes a nueve familias y once géneros. Solamente ocho elementos fueron identificadas a nivel especie. El género *Lile*. fue el más abundante con 74.17 % de los individuos colectados, seguido por *Dormitator*

latifrons y *Harengula* sp. con 11.57% y 6.06%, respectivamente (Tabla 1) A partir de la prueba Kolmogorov-Smirnov se observaron diferencias significativas de la abundancia ictioplanctónica entre los meses analizados (p<0.05). La abundancia temporal presento dos picos de abundancia, durante el periodo de secas en el mes de noviembre con 197.21 ± 224.19 ind/m³ y el periodo de transición a las lluvias marzo-mayo con 183.18 ± 371.22 ind/m³ y 194.33 ± 237.47 ind/m³ respectivamente. La variación del ictioplancton por sitios se representó en intervalos de abundancia de 1-750.90 ind/m³. La estación manglar fue el sitio con mayor abundancia, alcanzando más de 50 ind/m³, mientras que la menor abundancia se presentó en la estación centro, con valores inferiores a 50 ind/m³. Otro aspecto importante a resaltar en esta zona fue la ausencia de organismos ictioplanctónicos en los primeros meses de muestreo.

En cuanto a los atributos ecológicos la mayor diversidad se observó en junio con 2.11 bits/ind, mientras que la diversidad más baja ocurrió en marzo con 0.36 bits/ind. La uniformidad se comportó de una manera muy similar, el valor máximo fue de 0.75 en junio y el mínimo de 0.11 en marzo.

Por su parte, la mayor riqueza taxonómica fue 9 especies en marzo y mayo, mientras que la menor riqueza se registró en noviembre con 4 especies (Figura 1). Los taxa más representativos de acuerdo con el índice de valor biológico: fueron el género *Lile* y *Dormitator latifrons*, siendo las larvas de *Lile*, las más frecuentes y dominantes en la laguna (Figura 2).

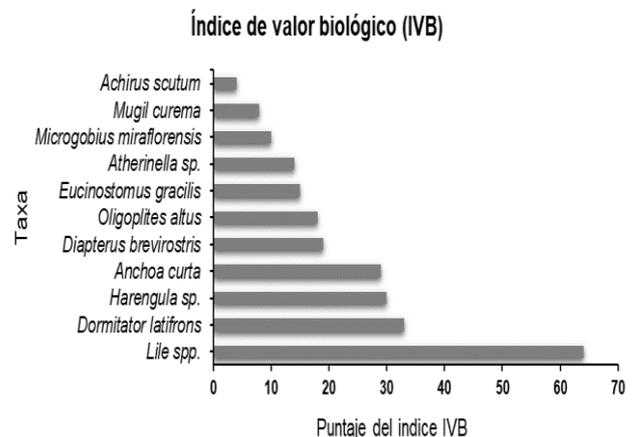


Figura 2. Índice del valor biológico de las especies en la laguna de Coyuca de Benítez, Guerrero, México.

Tabla 1. Listado taxonómico de larvas de peces y su abundancia relativa en la laguna de Coyuca de Benítez, Guerrero, México

Orden	Familia	Género/Especie	Abundancia relativa
Clupeiformes	Clupeidae	<i>Lile</i> . Jordan & Evermann, 1896	74.17
		<i>Harengula</i> . Valenciennes, 1847	6.06
	Engraulidae	<i>Anchoa curta</i> (Jordan & Gilbert, 1882)	2.02
		<i>Atherinella</i> . Steindachner, 1875	0.60
Atheriniformes	Atherinopsidae	<i>Oligoplites altus</i> (Günther, 1868)	1.05
Perciformes	Carangidae	<i>Eucinostomus gracilis</i> (Gill, 1862)	1.05
		<i>Diapterus brevirostris</i> Sauvage, 1879	1.24
	Mugilidae	<i>Mugil curema</i> Valenciennes, 1836	0.94
Mugiliformes	Mugilidae	<i>Microgobius miraflorensis</i> Gilbert & Starks, 1904	0.67
		<i>Dormitator latifrons</i> (Richardson, 1844)	11.57
	Eleotridae	<i>Achirus scutum</i> (Günther, 1862)	0.64
Pleuronectiformes	Achiridae		

Tabla 2. Distribución espacial de la comunidad ictioplanctónica en Laguna de Coyuca de Benítez, Guerrero, México. Abundancia (Ind/m³)

Taxa	Barra	Manglar	Centro	Urbanizado
<i>Lile</i> spp.		2765.91		503.34
<i>Harengula</i> sp.		232.68		34.65
<i>Anchoa curta</i>	24.75	64.36		
<i>Atherinella</i> sp.	6.6		4.94	14.86
<i>Oligoplites altus</i>		4.95	24.74	13.2
<i>Eucinostomus gracilis</i>	8.25	8.25	23.1	6.6
<i>Diapterus peruvianus</i>	6.6	4.95	8.25	44.54
<i>Mugil curema</i>		29.7		11.55
<i>Dormitator latifrons</i>	397.72	112.2		
<i>Microgobius miraflorensis</i>	3.3	3.3	9.9	13.2
<i>Achirus scutum</i>	28.05			

El CCA explicó el 19.7% de la varianza acumulada en los primeros dos ejes, con un coeficiente de correlación de 0.7, lo que indicó una correlación positiva entre las especies y factores ambientales.

El diagrama de ordenación del CCA muestra que *Achirus scutum* y *Atherinella* sp. están asociadas con la variable de transparencia, mientras que *Microgobius miraflorensis* y *Eucinostomus gracilis* a valores medios de transparencia. Los taxa *Lile* spp., *Harengula* sp. y *Mugil curema* están asociados con una mayor temperatura. Además, se observa que *Diapterus brevirostris* y *Oligoplites altus*, se relacionaron a valores altos de pH, en contraste *Anchoa curta* y *Dormitator latifrons* se correlacionaron a valores bajos de pH (Figura 4).

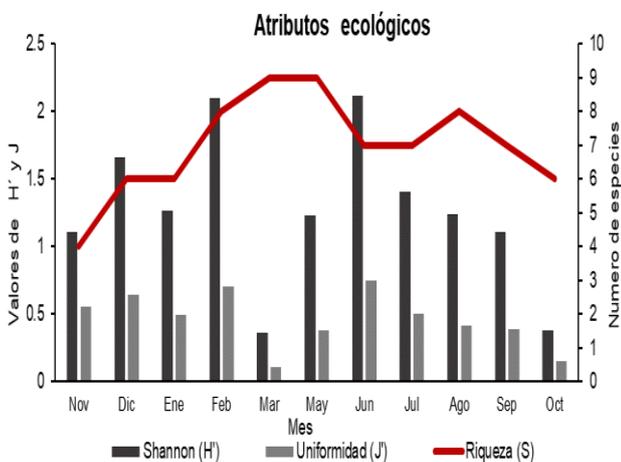


Figura 3. Atributos ecológicos de la comunidad ictioplanctónica a nivel mensual en la laguna de Coyuca de Benítez, Guerrero, México.

En cuanto a la distribución espacial de los taxa más representativos. *Lile* spp. se localizaron únicamente en la zona de manglar y urbanizado, siendo este último el sitio donde se registraron los valores más bajos de abundancia. El pez eleotrido *Dormitator latifrons* su distribución se restringió a los sitios de barra y manglar y el clupeído *Harengula* sp. se encontró solo en los sitios de manglar y urbanizado (Tabla 2).

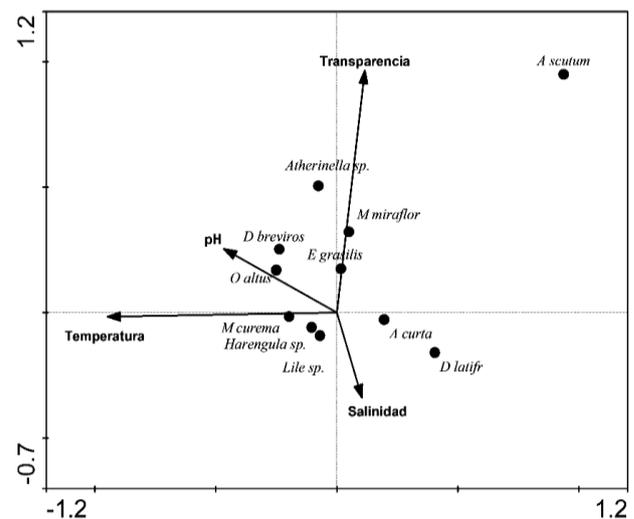


Figura 4. Diagrama de ordenación de larvas de peces en función de los factores ambientales en la laguna de Coyuca de Benítez, Guerrero, México.

Discusión

Los resultados obtenidos sobre la abundancia ictioplanctónica mostraron diferencias temporales significativas, con dos picos de abundancia, durante el periodo de secas en el mes de noviembre y el periodo de transición a las lluvias de marzo a mayo.

En general, los valores mínimos de abundancia se presentaron durante la temporada de secas, coincidiendo con los registros de los valores mínimos de temperatura y salinidad, mientras que los valores máximos de abundancia ocurrieron durante la temporada de lluvias, cuando se presentaron las temperaturas máximas y la salinidad estuvo relativamente moderada. Estos resultados fueron similares a los reportados por Flores-Coto y Álvarez-Cadena (1980) en la laguna de Términos, Campeche, quienes mencionan que la abundancia de las larvas está positivamente correlacionada con la temperatura. Ordóñez-López (1997) en la laguna Celestún, Yucatán, reporta mayor abundancia durante la temporada de lluvias cuando se registraron temperaturas altas, mientras que Navarro-Rodríguez et al. (2004) en el estero El Salado, Jalisco, reportaron la mayor abundancia durante las lluvias en concordancia con el incremento de la temperatura y una disminución de la salinidad. La variación en la abundancia de las larvas, con los valores más altos en la temporada de lluvias, concuerdan con el período de mayores aportes de aguas continentales y de nutrientes (CNA y IMTA, 2000). La variación espacial de la abundancia ictioplanctónica refleja una mayor concentración de larvas en las zonas de manglar y una menor en aquellos sitios alejados de dichas áreas como ocurrió con el sitio centro, cuya abundancia fue notoriamente menores y a que al no presentar áreas de refugio o de alimentación las larvas son vulnerables a sus depredadores Navarro-Rodríguez et al. (2006), en la laguna El Quelele, Bahía de Banderas, Nayarit, mencionan que dichas variaciones son dadas por el tipo de distribución que presenta el ictioplancton ya que ésta se da a manera de parches, por lo que, de cierta manera, influye en la aumento o disminución de su distribución. Este aspecto fue también reportado por Suárez-Morales (1994), quien menciona que la distribución del zooplancton no es uniforme en los sistemas costeros si no que se establece en parches, de modo que en ciertas áreas donde las condiciones son adecuadas, el zooplancton tiende a concentrarse. La mayor diversidad y el mayor grado de repartición de recursos se encontró en junio que corresponde con la temporada de lluvias, coincidiendo con la disminución de la abundancia de la especie más representativa *Lile* spp. , mientras que en el mes marzo, a pesar de caracterizarse por una alta riqueza específica, presentó los valores más bajos de diversidad y uniformidad, posiblemente como resultado de las baja

abundancia de las especies que se presentaron en ese mes y también a la gran abundancia de *Lile* spp. Estos resultados coinciden con lo reportado en otras lagunas mexicanas donde Grijalva-Chon et al. (1992), Ordóñez-López (1997), Sánchez-Ramírez y Ocaña-Luna (2015), registraron valores más altos de diversidad y uniformidad durante la temporada de lluvias. El género *Lile* fue el taxón que dominó el componente ictioplanctónico en la laguna de Coyuca, aportando más del 70% de la abundancia total similar a lo reportado para el mismo género por Green-Ruiz, (1993), quien determinó una frecuencia alta de *L. stolifera* en la laguna Huizache Caimanero Sinaloa. De igual modo, fue coincidente con la mayor abundancia de formas adultas de esta especie reportada por Yáñez-Arancibia (1978), Zarur-Torres (1982) y Mejía-Mojica (2000), en los sistemas lagunares Tres Palos y Coyuca. La alta frecuencia y abundancia de *Lile* spp. es debida a su condición de especie permanente y fuertemente vinculada al manglar, donde las raíces del mangle brindan refugio y protección (Barletta-Bergan et al. (2002) y Barletta y Barletta-Bergan (2009). Estos ecosistemas favorecen la agregación larval al brindar condiciones de refugio y alimentación, relacionadas con una mayor turbidez y las grandes raíces de los mangles.

La especie *Dormitator latifrons* es considerada un elemento importante dentro de la laguna, presentando su mayor abundancia en noviembre que corresponde a la época de secas, similar a lo reportado por Yáñez-Arancibia y Díaz-González (1977), quienes enfatizan la importancia ecológica de la especie pues es capaz de convertir la energía del detritus en formas útiles para organismos de estratos tróficos superiores, así como es un indicador biológico de la calidad del agua (Todd, 1973). Por otro lado, Navarro-Rodríguez et al. (2006) señalaron que los picos máximos de abundancia en la laguna El Quelele, ocurrieron durante la temporada fría, sugiriendo una clara época reproductiva para esta especie. El clupéido *Harengula* sp. es el tercer taxón mejor representado, alcanzando su mayor abundancia en mayo y que corresponde con la temporada de lluvias, un comportamiento similar al reportado por Ordóñez-López (1997) para *Harengula jaguana* en la laguna Celestún, Yucatán. De acuerdo con el CCA se observó una asociación de los taxa a ciertos factores ambientales, coincidiendo con diversos autores como Kinne (1970), Boehlert y Mundy (1994) y Flores-Coto et al. (2009), quienes señalan que la biología de cada especie depende de los límites de tolerancia de cada taxón a diversos factores como luz, salinidad, temperatura, etc., límites que han sido fijados a través de un largo proceso evolutivo. Son estas condiciones ambientales distintas las que agrupan o dispersan a los diferentes taxa, en este estudio *Lile* spp., *Harengula* sp. y *Mugil curema* responden a una mayor temperatura, opuesto a

Dormitator latifrons y *Anchoa curta* quienes responden a una menor temperatura y a valores bajos de pH. Comportamiento señalado por Sanvicente–Añorve, et al. (1998, 2006), quienes mencionan que los conjuntos de especies muestran similitudes o afinidad con particulares condiciones físicas. Por otra parte, Fuiman y Werner (2002)-, mencionan que la calidad de un hábitat es un factor importante en la selección del área y temporada de reproducción de los peces adultos, además de ser utilizada por especies que comparten requerimientos comunes. En definitiva, los manglares representan un papel importante como áreas de alimentación al contener una gran cantidad de presas potenciales, asegurando de esta manera la supervivencia de las larvas de peces.

Conclusión

La estructura de la comunidad ictioplanctónica muestra variaciones temporales relacionadas con el periodo climático y las condiciones hidrológicas de la laguna. La relación de las variables ambientales con la composición de larvas de peces indicó que las variables juegan un papel importante al delimitar la agrupación de taxa en la comunidad ictioplanctónica de la laguna.

Asimismo, especialmente las zonas de manglar constituyeron sitios de alta productividad, propicios para el desarrollo y supervivencia de las larvas. Este estudio incrementa el conocimiento sobre la comunidad ictioplanctónica en ambientes lagunares del Pacífico mexicano, en especial para el estado de Guerrero, conocimiento que puede integrarse a los estudios de peces adultos, además, de proporcionar información base para fortalecer las medidas de ordenamiento y aprovechamiento de los recursos pesqueros

Las condiciones ambientales de la laguna pueden llegar a modificarse drásticamente si se incrementan las actividades antropogénicas, como es la contaminación por desechos sólidos y aguas residuales, así como la deforestación de manglares y vegetación nativa, los cuales podrían afectar a largo plazo el estado de salud de la laguna, trayendo como consecuencia la disminución de las especies que coexisten. Es, por ello la importancia de implementar acciones de protección y conservación del sistema lagunar, especialmente en las áreas de manglares, como se ha mencionado en esta investigación, ya que constituyen sitios fundamentales para el desarrollo del ictioplancton.

Referencias

[1] Aguirre Gómez, R. (2001). Caracterización óptica de la laguna costera de Coyuca de Benítez. Investigaciones Geográficas, 1(46). <https://doi.org/10.14350/ig.59157>

[2] Barletta-Bergan, A., Barletta, M. y Saint-Paul, U. (2002). Structure and seasonal dynamics of larval fish in the Caeté River in northern Brazil. Est. Coast. Shelf Sci., 154: 193-206. <https://doi.org/10.1006/ecss.2001.0842>

[3] Barletta, M. y Barletta-Bergan, A. (2009). Endogenous activity rhythms of larval fish assemblages in a mangrove-fringed estuary in North Brazil. Open. Fish. Sci. J., 2:15-24. DOI:10.2174/1874401X00902010015

[4] Boehlert, G. W. y Mundy, B.C. (1994). Ichthyoplankton assemblages at seamounts and oceanic islands. Bulletin of Marine Science 53 (2):336-361 p

[5] Castillo, E. B. (2010). Diagnóstico ambiental del manglar en la laguna de Coyuca de Benítez, Guerrero, México (Tesis de Doctorado en Ciencias Ambientales). Universidad Autónoma de Guerrero. Unidad de Ciencias de Desarrollo Regional. 241 p.

[6] Comisión Nacional del Agua y Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. (2000). Banco Nacional de Datos de Aguas Superficiales (BANDAS). Base de datos, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

[7] Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (2009). Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica. CONABIO. México DF.

[8] Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca. (2020). Avisos de arribos de pesca, sitio clave de Captura Laguna de Coyuca 1201103, Subdelegación de pesca en Guerrero, Palacio Federal, Acapulco, Guerrero, México.

[9] Comisión Nacional del Agua. (2020). Climatología. Estación 12219, Laguna de Coyuca. <https://smn.conagua.gob.mx/tools/RECURSOS/Estadistica/12219>

[10] Contreras, F. (1993). Ecosistemas costeros mexicanos. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Iztapalapa. 415 ISBN: 9706203710.

[11] Flores-Coto, C., y Álvarez-Cadena, J.N. (1980). Estudios preliminares de distribución y abundancia del ictioplancton en la Laguna de Términos, Campeche. Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología 7 (2):67-78 p. ISSN: 0186-3428

[12] Flores-Coto, C., Espinosa-Fuentes, M., Zavala-García, F. y Sanvicente-Añorve, L. (2009). Ictioplancton del sur del Golfo de México. Un compendio. Hidrobiológica 19 (1):49- 76 p. ISSN 0188-8897.

[13] Flores-Verdugo, F.J. (2002). Procesos ecológicos en humedales. En: Abarca L, Herzig F. Manual para el manejo y conservación de los humedales en México. México: SEMADES y U.S. Fish and Wildlife Service Arizona Game and Fish Department Wetlands International the Americas-Program.150

[14] Fonseca, R.M., y Lozada-Pérez, L. (1993). Estudios Florísticos en Guerrero. In N. DiegoPérez y R.M. Fonseca (EDS). No. 1. Laguna de Coyuca. Prensas de Ciencias. Facultad de Ciencias, UNAM, D.F., México.23 p.

[15] Fuiman, L. E. y Werner, R. G. (2002). Fishery Science. The unique contributions of early life stages. Oxford, UK: Blackwell Science.325 ISBN: 978-0-632-05661-3

[16] Funes-Rodríguez, R. y González-Armas, R., 2001. Diversidad taxonómica de las larvas de peces de Bahía Magdalena y zona nerítica adyacente (Área Prioritaria Costera N°4). Informe final de Proyecto FB673/S102/99.

[17] Guzmán-Arroyo, M.S., Mañon-Ontiveros y Ortiz- Pérez, M.A. (1986). Afinidad limnológica del sistema lagunar costero del Estado de Guerrero, México Boletín del Instituto de Geografía. UNAM 16:61-76. ISSN 2448-7279.

[18] Green-Ruiz, Y.A. (1993). Composición y abundancia de las larvas de peces durante un ciclo anual, en la boca de aguadulce, laguna de

- Huizache caimanero, Sinaloa., México (Tesis de Maestría en ciencias con especialidad en manejo de recursos marinos). Instituto politécnico nacional. Centro interdisciplinario de ciencias marinas.115 p. <http://repositoriodigital.ipn.mx/handle/123456789/15296>
- [19] Grijalva-Chon, J. M., Castro-Longoria, R., y Bustamante-Monge, A. (1992). Distribucion, abundancia y diversidad de larvas de peces en la laguna costera Santa Rosa, Sonora, México. *Ciencias Marinas*, 18(2), 153-169. <https://doi.org/10.7773/cm.v18i2.888>
- [20] Jiménez-Rosenberg, S.P.A. (1998). Descripción del desarrollo larvario de *Eucinostomus gracillis* y larvario y juvenil de *Eucinostomus dowii* y *Diapterus peruvianus* (Tesis de Maestría en ciencias). Instituto politécnico nacional, Centro interdisciplinario de Ciencias Marinas, La Paz, México.98 p. <https://www.repositoriodigital.ipn.mx/>
- [21] Kinne, O. (1970). Marine Ecology. A comprehensive integrated treatise on life in oceans and coastal waters. Vols. 1 y 2. Enviromental factors. Willey-Interscience London.681p.
- [22] Matarese, A. C., Kendall Jr. A. W., Blood, D.M. y Vinter, B. M. (1989). Laboratory guide to early life history stages of Northeast Pacific fishes. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS 80:652. <https://spo.nmfs.noaa.gov/content/tr-80-laboratory-guide-early-life-history-stages-northeast-pacific-fishes>
- [23] Mejía-Mojica H. (2002). Ictiofauna de los ríos Papagayo, Atoyac y Coyuca. Centro de Investigaciones Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Bases de datos SNIB-CONABIO, proyecto S141. México, D. F
- [24] Moser, H., Charter, R., Smith, P., Ambrose, D., y Charter, S. (1996). The early stages of fishes in the California current region. CalCOFI. Atlas No. 33. Lawrence, Kan.: Allen Press.1517. <https://swfsc.noaa.gov/publications/CR/1996/96Mos1.pdf>
- [25] Navarro-Rodríguez MC, Flores-Vargas, R., González Guevara. LF. Y González Ruelas., ME. (2004). Distribution and abundance of *Dormitator latifrons* (Richardson) larvae (Pisces: Eleotridae) in the natural protected area “estero El Salado” in Jalisco, Mexico. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 39(1):31-36 p. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-19572004000100004>.
- [26] Navarro-Rodríguez, M.C., González-Guevara, L.F., Flores-Vargas, R., González-Ruelas, M.E. y Carrillo-González, F.M., (2006). Composición y variabilidad del ictioplancton de la laguna El Quelele, Nayarit, México. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 41 (1):35-43. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-19572006000100006>.
- [27] Ordóñez-López, U., (1997). Análisis del ictioplancton del ecosistema costero de Celestún Yucatán. Instituto Politécnico nacional, Centro de Investigación y de estudios avanzados-Mérida. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No B020. México D.F. <https://doi.org/10.15468/xsdppy>
- [28] Quispe-Becerra, J., (2014). Dinámica espacio-temporal del ictioplancton del Mar Menor (Se España) y factores ambientales asociados (Tesis de Doctorado). Universidad de Murcia Facultad de Biología Departamento de Ecología e Hidrología. 573 <https://digitum.um.es/digitum/handle/10201/42699>
- [29] Román-Contreras, R. (1991). Ecología de *Macrobrachium tenellum* (Smith) (Decapoda, Palaemonidae) en la Laguna Coyuca, Guerrero, Pacífico de México. *An. Inst. Cienc. Mar Limnol.*, UNAM 18:109-121 p. <https://repositorio.unam.mx>
- [30] Sánchez-Ramírez, M., y Ocaña-Luna, A. (2015). Estructura y variación estacional de la comunidad ictioplanctónica en una laguna hipersalina del oeste del Golfo de México: Laguna Madre, Tamaulipas. *Hidrobiológica*, 25(2), 175-186. <https://hidrobiologica.izt.uam.mx/index.php/revHidro/article/view/474>
- [31] Sanvicente-Añorve, L., Flores-Coto, C. y Sánchez-Velasco, L. (1998). Spatial and seasonal patterns of larval fish assemblages in the southern Gulf of Mexico. 1998. *Bulletin of Marine Science* 62(1):17-30.
- [32] Sanvicente-Añorve, L., Soto, L.A., Espinosa-Fuentes, M.L. y Flores-Coto, C. (2006). Relationship patterns between ichthyoplankton and zooplankton: a conceptual model. *Hidrobiología* 559: 11-22. DOI 10.1007/s10750-005-1323-x
- [33] Suárez-Morales, E. (1994). Comunidades zooplanctónicas de las lagunas costeras. En: De la Lanza Espino G. y Cáceres Martínez C, (Eds). *Lagunas costeras y el litoral mexicano*. Baja California Sur. 248-268. ISBN:968-896-048-9
- [34] Todd, E.S. (1973). Positive buoyancy of air breathing: a new piscine gall bladder function. *Copeia* (3): 461-464. <https://doi.org/10.2307/1443110>
- [35] Yáñez-Arancibia, A. y Díaz-González, G. (1977). Ecología trofodinámica de *Dormitator latifrons* (Richardson) en nueve lagunas costeras del Pacífico de México (Pisces: Eleotridae). *An. Centro Cienc. Mar Limnol.*, Univ. Nal. Autón. México 4(1):125-149. <http://biblioweb.tic.unam.mx/cienciasdelmar/centro/1977-1/articulo26.html>
- [36] Yáñez-Arancibia, A., (1978). Taxonomía, ecología y estructura de las comunidades de peces en lagunas costeras con Bocas efímeras del Pacífico de México. *Centro Cienc. Del Mar y Limnol. Univ. Autón. México, Publ. Esp.*, 2:1-306. ISBN: 9685827257
- [37] Zarur-Torres, E. S. G. (1982). Distribución y abundancia de la ictiofauna en la laguna de Tres Palos, Guerrero, México (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, UNAM.130 p. <https://repositorio.unam.mx>