

Composición taxonómica de las larvas de peces en el arrecife coralino de La Azufrada, Pacífico colombiano, entre 2017 a 2019

Juan José Gallego-Zerrato¹, Diego Fernando Córdoba-Rojas², Alan Giraldo³


Resumen

Objetivo: Conformar el listado taxonómico de las larvas de peces asociadas a la columna de agua del arrecife coralino de La Azufrada, Pacífico Oriental Tropical (POT), en el periodo comprendido entre 2017 a 2019, acompañado con el tipo de hábitat que ocupa la especie en estado adulto y el estadio de desarrollo en el que se encontró la larva. **Alcance:** Incrementar el conocimiento sobre la riqueza de las especies de peces marinos asociados a formaciones coralinas en el Pacífico colombiano a través de los estadios iniciales del desarrollo. **Metodología:** Durante dos campañas de muestreo anuales (marzo y septiembre) de 2017 a 2019, se realizaron recolectas de zooplankton diurnas y nocturnas en nueve estaciones de muestreo dispuestas sobre el arrecife coralino de La Azufrada en isla Gorgona utilizando una red bongo con luz de malla de 300 y 500 micras. En laboratorio, se separaron todas las larvas de peces de las muestras de zooplankton y se identificaron hasta el menor nivel taxonómico posible. **Resultados:** Se capturaron 4779 larvas de peces, siendo identificadas 88 especies, pertenecientes a 46 familias. Cuarenta y una especies se registraron por primera vez para esta localidad, incrementando el registro a 162 taxa. Las familias más abundantes fueron Engraulidae, Bregmacerotidae, Haemulidae, Myctophidae y Carangidae, estando el ensamblaje dominado por especies pelágico-costeras (*Bregmaceros bathymaster*), pelágica (*Cetengraulis mysticetus*) y batipelágica (*Diaphus pacificus*). **Conclusión:** Se incrementó el conocimiento científico sobre la presencia de larvas de peces en los arrecifes coralinos del Pacífico oriental tropical colombiano, información que permitirá fortalecer las acciones y estrategias de conservación de este ecosistema estratégico.


Palabras clave: comunidad, riqueza, ensamblaje, ictioplancton, Pacífico oriental tropical.

*FR: 3 VII 2023. FA: 7 XI 2023.


¹ Universidad del Valle, Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, Departamento de Biología, Grupo de investigación en Ciencias Oceanográficas. E-mail: juan.j.gallego@correounivalle.edu.co

 orcid.org/0000-0002-4633-1265

² Universidad del Valle, Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, Departamento de Biología, Grupo de investigación en Ecología Animal. E-mail: diego.cordoba.rojas@correounivalle.edu.co

 orcid.org/0000-0002-7817-9632

³ Universidad del Valle, Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, Departamento de Biología, Grupo de Investigación en Ciencias Oceanográficas, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología – INCIMAR. E-mail: alan.giraldo@correounivalle.edu.co

 orcid.org/0000-0001-9182-888X



COMO CITAR:

Gallego-Zerrato, J. J., Córdoba-Rojas, D. F. y Giraldo, A. (2023). Composición taxonómica de las larvas de peces en el arrecife coralino de La Azufrada, Pacífico colombiano, entre 2017 a 2019. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. Univ. Caldas*, 27(2), 245-261. <https://doi.org/10.17151/bccm.2023.27.2.14>



Taxonomic composition of fish larvae in the coral reef of La Azufrada, Colombian Pacific, between 2017 and 2019

Abstract

Objective: To form a taxonomic list of the larvae of fish that were found in the water column of the coral reef of La Azufrada, Eastern Tropical Pacific (ETP), in the period between 2017 and 2019, accompanied by a classification by the type of habitat occupied by the adult species and the state of development in which the larva was found. **Scope:** To increase knowledge about the richness of early stages of development of marine fish associated with coral formations in the Colombian Pacific. **Methodology:** during two annual sampling campaigns (March and September) From 2017 to 2019, day and night zooplankton were collected in 9 sampling stations arranged on the coral reef of La Azufrada on Gorgona Island using a bongo net with a mesh size of 300 and 500 microns. In laboratory, all fish larvae were separated from zooplankton samples and identified to the lowest possible taxonomic level. **Results:** 4779 fish larvae were caught, 88 species belonging to 46 families were identified. 41 species were first recorded for this locality, increasing the record to 162 taxa. The most abundant families were Engraulidae, Bregmacerotidae, Haemulidae, Myctophidae and Carangidae, the assembly dominated by the pelagic-coastal species (*Bregmaceros bathymaster*), the pelagic species (*Cetengraulis mysticetus*) and the bathpelagic species (*Diaphus pacificus*). **Conclusion:** The scientific knowledge about the assembly of fish larvae present in the coral reefs of the Colombian Eastern Tropical Pacific is increased, information that will strengthen conservation actions and strategies for this strategic ecosystem.

Key words: assembly, community, richness, Tropical Eastern Pacific, Ichthyoplankton.

Introducción

La primera fase de desarrollo de los organismos marinos es de gran interés científico debido a su papel en el reabastecimiento de las poblaciones y la conectividad o intercambio de individuos entre estas (Cowen *et al.*, 2006; Lefevre y Bellwood, 2015). Dentro del zooplancton, los huevos y las larvas de peces (ictioplancton) han sido de interés permanente para los investigadores, debido que al estudiar el ictioplancton se puede comprender mejor la biología, ecología y los patrones de distribución de las especies de peces en su etapa adulta (Köster *et al.*, 2001; Frederiksen *et al.*, 2006; Montagnes *et al.*, 2010).

Existe gran cantidad de estudios de ictioplancton asociado a zonas arrecifales coralinas del mar Caribe y de la parte occidental del océano Pacífico, principalmente en Australia, donde los investigadores se han enfocado durante los últimos años en evaluar los aspectos fisiológicos, patrones comportamentales y procesos de dispersión de estos organismos (Kingsford, 2001; Majories *et al.*, 2019; Hawes *et al.*, 2020). Por el contrario, en el Pacífico oriental tropical (POT) los estudios sobre las larvas de peces asociados al ecosistema de arrecife coralino han sido pocos (Leis y Thrnski,

1989; Leis, 1991; Neira *et al.*, 1998), por lo que aún se desconocen aspectos esenciales como su estructura, abundancia y distribución en este ecosistema.

Isla Gorgona, ubicada en la región sur del Pacífico colombiano, forma parte del sistema nacional de áreas protegidas desde 1984, donde su zona insular y los 617 km² de zona marina circundante fueron declaradas Parque Nacional Natural (Giraldo *et al.*, 2014b; PNN, 2018). Su posición geográfica estratégica y la variedad de ecosistemas marino-costeros que alberga, promovieron su inclusión en la iniciativa regional de conservación del Corredor Marino del Pacífico Este Tropical – CMAR (Giraldo *et al.*, 2014). Aunque quizás es una de las áreas marinas protegidas más estudiadas del Pacífico colombiano (Giraldo y Valencia, 2012), los esfuerzos de investigación dirigidos hacia los estadios de larvas de peces han sido escasos (Escarria *et al.*, 2007; Calle-Bonilla *et al.*, 2017; Ramírez *et al.*, 2022).

Al considerar la importancia ecológica y las condiciones actuales del conocimiento taxonómico sobre las larvas de peces para POT, y en particular para el ecosistema de arrecifes coralinos en esta región y en Colombia, en este trabajo se aportan resultados sobre las siguientes preguntas de investigación: (1) ¿Cuál es la identidad taxonómica de las larvas de peces asociada al arrecife coralino de La Azufrada?; y (2) ¿Cuáles de las especies de peces registradas en estado adulto asociadas al arrecife coralino de La Azufrada presentan estadios larvales? y (3), ¿cuál es el tipo de hábitat reportado para los adultos y el de las larvas de peces capturadas en la columna de agua del arrecife coralino de La Azufrada?

Materiales y métodos

Isla Gorgona (2°58' Norte - 78°11' Oeste) se encuentra ubicada sobre la plataforma continental de la región sur del Pacífico colombiano, a 36 km del continente (Figura 1) (Rojas y Zapata, 2006). La temperatura promedio del aire es de 27°C (varía entre 24 y 30°C) y se registra un rango de precipitación anual entre 4000 mm y 8000 mm repartidos en dos periodos lluviosos, el de mayor intensidad primero entre abril y noviembre y un segundo periodo de menor intensidad entre diciembre a marzo (Blanco, 2009). Para esta localidad se han descrito dos periodos oceanográficos contrastantes, el primero, de mayo a diciembre con bajos valores de salinidad superficial y una termoclina profunda (c.a. 47 m) y el segundo de enero a abril con alta salinidad superficial y termoclina somera (c.a. 7,5 m), con marea de tipo semidiurna que puede llegar a alcanzar un registro máximo de 5,7 m (Giraldo *et al.*, 2008).

Cuenta con una gran variedad de hábitats costeros (Giraldo *et al.*, 2014), entre los que se destacan las formaciones coralinas de La Azufrada, Playa Blanca, El Muelle, La Ventana y Farallones (Glynn *et al.*, 1982; Zapata y Vargas-Ángel, 2003), hábitats que albergan alta diversidad de especies de peces (Rubio *et al.*, 1987; Zapata y Morales, 1997; Alzate *et al.*, 2014). Entre estas formaciones coralinas, el arrecife de coral de La

Azufrada es el más grande de la isla con 780 m de largo y 80-180 m de ancho, y es probablemente uno de los más desarrollados del Pacífico oriental tropical (Guzmán y Cortés, 1993; Zapata y Vargas-Ángel, 2003). Este arrecife coralino está formado principalmente por especies de coral de la familia Pocilloporidae aunque también se encuentran otras familias Psammocoridae, Agariciidae y Poritidae representadas por géneros como *Psammocora*, *Pavona*, *Porites*, y *Gardineroseris* (Glynn *et al.*, 1982; Zapata y Vargas-Ángel, 2003).

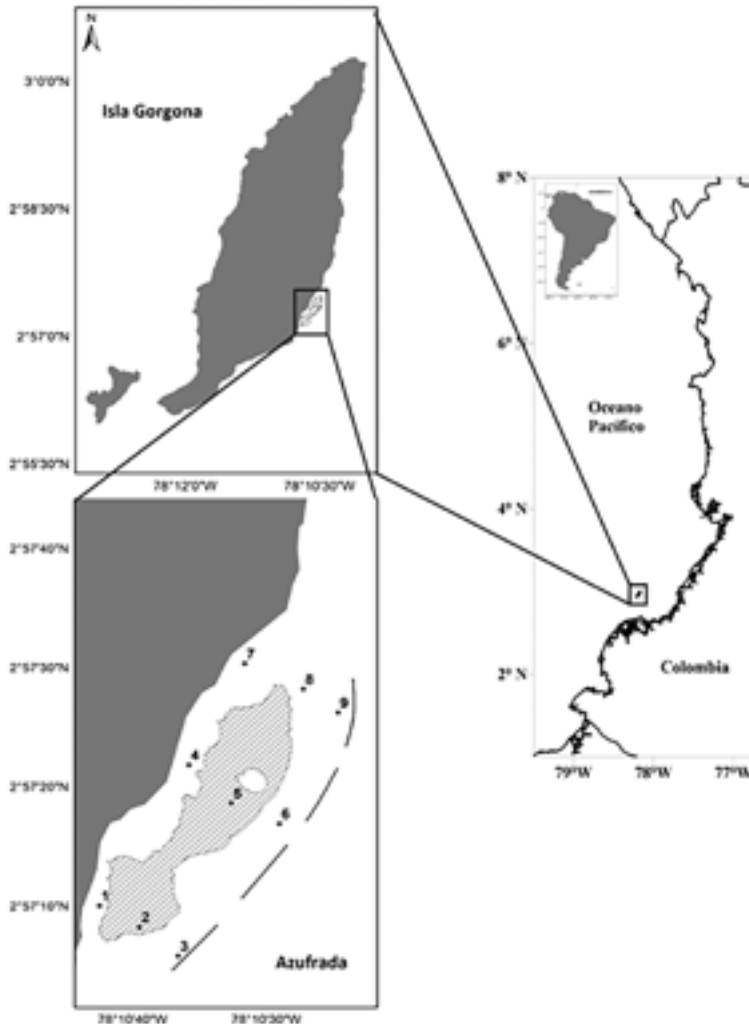


Figura 1. Ubicación geográfica de la isla Gorgona y de las estaciones de muestreo sobre el arrecife La Azufrada. Se destaca la zona de la planicie y talud del arrecife de La Azufrada (línea discontinua) en el Pacífico tropical oriental. Fuente: Propia.

Desde 2007, el ambiente pelágico del arrecife La Azufrada ha sido muestreado dos veces al año en el marco del programa de monitoreo oceanográfico del área protegida, el cual consiste en una malla de muestreo de nueve estaciones equidistantes sobre el arrecife. Para este estudio, solo se usaron las muestras recolectadas durante marzo y septiembre de 2017, 2018 y 2019 durante los periodos oceanográficos fríos y cálidos, que han sido descritos para esta región del POT (Valencia *et al.*, 2013; Rivera-G *et al.*, 2019) y en esta localidad (Giraldo *et al.*, 2008; Valencia y Giraldo, 2012; Giraldo *et al.*, 2014; Calle-Bonilla *et al.*, 2017).

Las larvas de peces se obtuvieron mediante arrastres superficiales (oblicuos) diurnos y nocturnos con 5 min de duración, usando una red bongo de 30 cm de diámetro y 180 cm de longitud, equipada con mallas de 300 y 500 μm de poro, con flujómetros Hydrobios® calibrados para cuantificar el volumen de agua filtrada. Las muestras se fijaron en una solución de formalina (formol-agua de mar) a una concentración final de 4% para su transporte al Laboratorio de Ciencias Oceanográficas de la Universidad del Valle. Se revisó la totalidad de cada muestra de zooplancton para separar las larvas de peces y se realizó la identificación taxonómica hasta el menor nivel posible siguiendo las guías Moser (1996) y Beltrán-León y Ríos (2000). Las larvas también se clasificaron por etapa de desarrollo (pre-flexión, flexión y post-flexión), siguiendo lo descrito por Moser (1996) y se realizó el registro fotográfico de las especies más abundantes. Las especies identificadas se depositaron en la colección de Docencia de Zoología de la Universidad del Valle.

Se siguió la nomenclatura taxonómica utilizada por Robertson y Allen (2015), se realizó revisión bibliográfica sobre las especies de peces reportadas para Isla Gorgona y se utilizó la información de FishBase® para establecer el hábitat del adulto para las especies en estudio (Froese y Pauly, 2020). Para reducir el efecto de la migración nictimeral (Lecchini *et al.*, 2013; Kerr *et al.*, 2014) en la conformación del listado taxonómico de las larvas de peces en la columna de agua del arrecife coralino de La Azufrada, se combinaron los registros diurnos y nocturnos realizados durante cada campaña de muestreo. Además, se consolidó la información obtenida con las redes de 300 y 500 micras asumiendo que son fuentes complementarias de información taxonómica (Boeing y Duffy-Anderson, 2008).

Resultados

Se capturaron 4779 larvas de peces, de las cuales se identificaron 4556 (95% del total, el restante eran larvas vitelinas), pertenecientes a 88 especies y 46 familias durante los periodos de estudio (Tabla 1), siendo la representatividad del muestreo del 86% (estimador no lineal de Clench). Durante el periodo oceanográfico frío (marzo), las familias con mayor abundancia relativa fueron Engraulidae (51,36%), Myctophidae (14,14%) y Carangidae (8,75%) (Figura 2), y las especies con mayor abundancia

relativa fueron *Cetengraulis mysticetus* (Günther, 1867), *Diaphus pacificus* Parr, 1931 y *Bregmaceros bathymaster* Jordan y Bollman, 1890. Durante el periodo oceanográfico cálido (septiembre) las familias con mayor abundancia relativa fueron Engraulidae (25,99%), Bregmacerotidae (21,67%) y Haemulidae (16,47%) y las especies con mayor abundancia *C. mysticetus*, *B. bathymaster* y *Anisotremus* sp. (Figura 2).

La familia con mayor riqueza de especies en estadio larval fue Myctophidae, con un total de 8 especies, seguida por Gobiidae y Sciaenidae con 7 y 6 especies respectivamente. Se reportan para el periodo oceanográfico frío 67 especies, mientras que durante el periodo oceanográfico cálido se identificaron 63, siendo 42 el número de especies compartidas entre estos periodos.

Tabla 1. Lista taxonómica de las larvas de peces sobre el arrecife coralino de La Azufrada, isla Gorgona, Colombia, durante marzo y septiembre de 2017 a 2019. Se reporta la abundancia relativa (AR).

TAXA	Marzo	Septiembre	Hábitats adultos
Notacanthidae	0	0,20	
<i>Leptocephalus giganteus</i> Castle, 1959	0	0,20	Marino-batidemersal
Ophichthidae	0	0,12	
<i>Ophichthus zophochir</i> Jordan y Gilbert, 1882	0	0,04	Marino-demersal
<i>Ophichthus triserialis</i> (Kaup, 1856)	0	0,04	Marino-demersal
<i>Myrophis vafer</i> Jordan y Gilbert, 1883	0	0,04	Marino-demersal
Nettastomatidae	0	0,32	
<i>Hoplunnis sicarius</i> (Garman, 1899)	0	0,32	Marino-demersal
Congridae	0	0,04	
<i>Bathycongrus macrurus</i> (Gilbert, 1891)	0	0,04	Marino-batidemersal
Clupeidae	1,73	0,20	
Clupeidae sp.	0,10	0	
<i>Sardinops</i> sp.	1,33	0,08	
<i>Opisthonema</i> sp.	0,30	0,12	
Engraulidae	51,36	25,99	
<i>Anchoa</i> sp. *	7,02	0,04	
<i>Anchoa</i> sp. 2 *	0,05	0	
<i>Cetengraulis mysticetus</i> (Günther, 1867)	44,29	25,95	Pelágico-nerítico
Bathylagidae	0,05	0,32	

<i>Bathylagoides nigrigenys</i> (Parr, 1931)	0,05	0,28	Marino-batipelágico
<i>Bathylagus</i> sp.	0	0,04	
Alepisauridae	0,05	1,32	
<i>Alepisaurus ferox</i> Lowe, 1833	0,05	1,32	Marino-batipelágico
Scopelarchidae	0,05	0,12	
<i>Scopelarchoides</i> sp.	0,05	0,12	
Synodontidae	0,05	1,08	
<i>Synodus evermanni</i> Jordan y Bollman, 1890 *	0,5	1,08	Marino-demersal
Paralepididae	0,25	0	
<i>Lestidiops pacificus</i> (Parr, 1931)	0,25	0	Marino-batipelágico
Myctophidae	14,14	1,24	
<i>Bolinichthys longipes</i> (Brauer, 1906)	0,05	0	Marino-batipelágico
<i>Diaphus pacificus</i> Parr, 1931	12,16	0,64	Marino-batipelágico
<i>Myctophum</i> sp.	0,10	0	
<i>Myctophum nitidulum</i> Garman, 1899	0,84	0,04	Marino-batipelágico
<i>Diogenichthys laternatus</i> (Garman, 1899)	0,64	0	
<i>Lampanyctus parvicauda</i> Parr, 1931	0,30	0,52	Pelágico-oceánico
<i>Gonichthys tenuiculus</i> (Garman, 1899)	0,05	0	Marino-batipelágico
<i>Benthosema</i> sp.	0	0,04	
Bregmacerotidae	7,32	21,67	
<i>Bregmaceros bathymaster</i> Jordan y Bollman, 1890	7,32	21,67	Pelágico-nerítico
Bythitidae	0	0,48	
Bythitidae sp.	0	0,48	
Lophiidae	0,05	0	
<i>Lophiodes spilurus</i> (Garman, 1899) *	0,05	0	Marino-demersal
Antennariidae	0,05	0,04	
<i>Antennarius</i> sp. *	0	0,04	
<i>Antennarius sanguineus</i> (Gill, 1863)	0,05	0	Marino-asociado arrecife
Gigantactinidae	0	0,04	
<i>Gigantactis</i> sp.	0	0,04	
Mugilidae	0,25	0	

<i>Mugil cephalus</i> Linnaeus, 1758	0,25	0	Salobre-bentopelágico
Belonidae	0,05	0	
<i>Strongylura scapularis</i> (Jordan y Gilbert, 1882)	0,05	0	Marino-oceanodromo
Scomberesocidae	0,05	0	
<i>Cololabis adocetus</i> Böhlke, 1951	0,05	0	Marino-oceanodromo
Hemiramphidae	0,25	0,08	
<i>Hemiramphus</i> sp.	0,20	0,04	
<i>Hemiramphus</i> sp. 1	0,05	0	
<i>Hyporhamphus</i> sp.	0	0,04	
Exocoetidae	0,10	0	
<i>Cheilopodon</i> sp.	0,10	0	
Fistulariidae	0,05	0,16	
<i>Fistularia</i> sp. *	0	0,12	
<i>Fistularia corneta</i> Gilbert y Starks, 1904 *	0,05	0,04	Pelágico-nerítico
Scorpaenidae	1,14	0,20	
<i>Sebastes</i> sp.	1,14	0,20	
Serranidae	1,14	0,56	
<i>Serranus</i> sp. *	0,59	0,52	
<i>Serranus</i> sp. 3 *	0,30	0	
<i>Diplectrum</i> sp. *	0	0,04	
<i>Pseudogramma thaumasium</i> (Gilbert, 1900)	0,25	0	Marino-asociado arrecife
Opistognathidae	0	0,04	
<i>Opistognathus panamaensis</i> Allen y Robertson, 1991	0	0,04	Marino-demersal
Carangidae	8,75	4,84	
<i>Caranx</i> sp. *	2,87	2,32	
<i>Chloroscombrus orqueta</i> Jordan y Gilbert, 1883 *	1,43	0,12	Salobre-bentopelágico
<i>Oligoplites saurus</i> (Bloch y Schneider, 1801) *	3,51	1,36	Marino, salobre, asociado arrecife
<i>Seriola</i> sp. *	0,94	1,04	
Apogonidae	0	0,04	

Apogonidae sp.	0	0,04	
Coryphaenidae	0,25	0,40	
<i>Coryphaena hippurus</i> Linnaeus, 1758 *	0,25	0,40	Pelágico, oceánico, nerítico
Gerreidae	0,35	0,04	
<i>Eucinostomus</i> sp. *	0,35	0,04	
Haemulidae	7,81	16,47	
<i>Anisotremus</i> sp. *	7,27	16,43	
<i>Anisotremus</i> sp. 1 *	0,54	0,04	
Sciaenidae	0,69	1,60	
Sciaenidae sp. *	0,10	0,32	
<i>Bairdiella</i> sp.	0,25	1,12	
<i>Menticirrhus</i> sp. 1 *	0,20	0	
<i>Menticirrhus</i> sp. 2 *	0,05	0	
<i>Larimus</i> sp. *	0,10	0,12	
<i>Stelifer</i> sp. *	0	0,04	
Chiasmodontidae	0,05	0	
<i>Chiasmodon</i> sp.	0,05	0	
Gobiosocidae	0,05	0,12	
<i>Gobiesox</i> sp.	0,05	0,12	
Eleotridae	0,05	0	
<i>Dormitator</i> sp.	0,05	0	
Labrisomidae	0,15	0,12	
<i>Paraclinus</i> sp.	0,15	0,12	
Gobiidae	1,63	17,51	
<i>Lythrypnus</i> sp.	0,15	0,88	
<i>Microgobius</i> sp.	0	6,60	
Gobiidae sp. *	1,04	6,08	
Gobiidae sp. 1	0,05	0	
Gobiidae sp. 3	0,25	0,60	
Gobiidae sp. 4	0	1,40	
Gobiidae sp. 6	0,15	1,96	
Sphyraenidae	0,64	0,24	

<i>Sphyræna ensis</i> Jordan y Gilbert, 1882 *	0,64	0,08	Pelágico-nerítico
<i>Sphyræna</i> sp. *	0	0,16	
Ephippidae	0,30	0	
<i>Chaetodipterus zonatus</i> (Girard, 1858) *	0,30	0	Asociado arrecifes
Pomacentridae	0,54	2,28	
<i>Stegastes</i> sp. *	0,05	0,24	
<i>Chromis</i> sp. *	0,49	2,04	
Labridae	0,15	0,04	
<i>Xyrichtys</i> sp.	0,15	0	
<i>Halichoeres</i> sp. *	0	0,04	
Scombridae	0,05	0,28	
<i>Auxis</i> sp.	0,05	0,16	
<i>Auxis</i> sp. 1	0	0,12	
Bothidae	0,05	0	
<i>Bothus constellatus</i> (Jordan, 1889)	0,05	0	Marino-demersal
Paralichthyidae	0,30	1,48	
<i>Citharichthys platophrys</i> Gilbert, 1891	0,20	0,72	Marino-demersal
<i>Citharichthys gilberti</i> Jenkins y Evermann, 1889 *	0,05	0,76	Marino-demersal
<i>Etropus crossotus</i> Jordan y Gilbert, 1882	0,05	0	Marino-demersal
Achiridae	0,05	0	
<i>Achirus</i> sp.	0,05	0	
Cynoglossidae	0,05	0,32	
<i>Symphurus</i> sp. *	0,05	0,32	

* Especies de peces reportadas para Isla Gorgona en su estado adulto (Rubio *et al.*, 1987; Zapata *et al.*, 1999b; Rojas y Zapata, 2006; Palacios y Zapata, 2014).
Fuente: Propia.

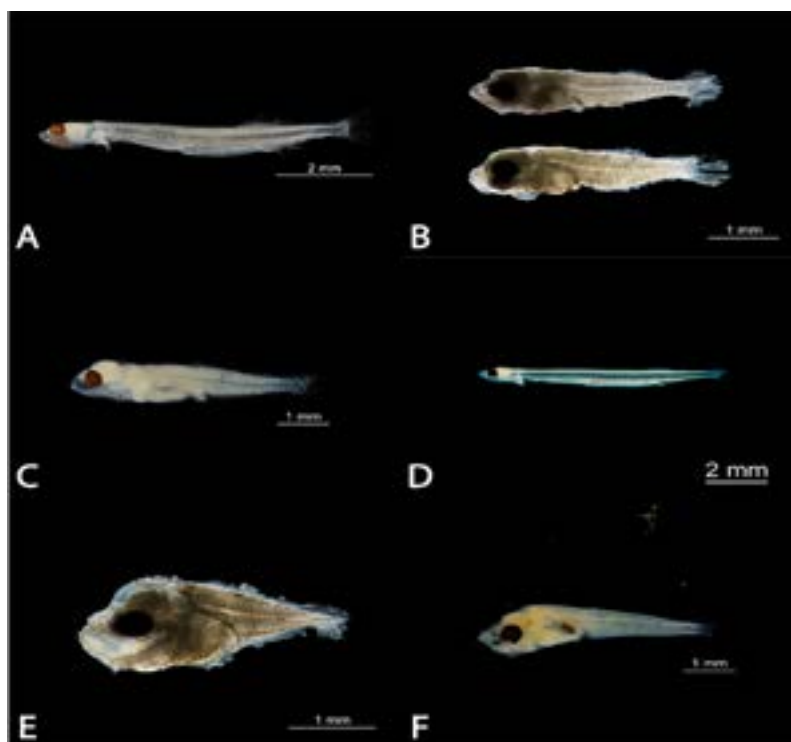


Figura 2. Familias de larvas de peces con mayor abundancia relativa y sus especies representativas en este estudio. A) Engraulidae (*Anchoa* sp.), B) Haemulidae (*Anisotremus* sp.), C) Myctophidae (*Diaphus pacificus*), D) Engraulidae (*Cetengraulis mysticetus*), E) Carangidae (*Caranx* sp.), F) Bregmacerotidae (*Bregmaceros bathymaster*).
Fuente: Propia.

Durante el periodo oceanográfico frío el 84% de las larvas identificadas estuvo en preflexión, el 15% en flexión y el 0,71% en post-flexión, mientras que durante el periodo oceanográfico cálido cerca del 98% de las larvas identificadas se encontraron en pre-flexión (Tabla 2).

Tabla 1. Porcentaje de la composición de los estadios larvales de las 10 especies más abundantes asociadas a la columna de agua sobre el arrecife coralino de La Azufrada, isla Gorgona, Colombia.

TAXA	Marzo			Septiembre		
	Pre-flexión	Flexión	Post-flexión	Pre-flexión	Flexión	Post-flexión
<i>Cetengraulis mysticetus</i>	32,54	11,72	0	25,48	0,76	0
<i>Bregmaceros bathymaster</i>	7,48	0	0	22,76	0,13	0
<i>Anisotremus</i> sp.	7,43	0,05	0	16,26	0	0
<i>Diaphus pacificus</i>	12,28	0,10	0	0,55	0	0
<i>Microgobius</i> sp.	0,05	0	0	6,50	0,38	0
Gobiidae sp.	1,06	0	0	6,16	0,08	0
<i>Anchoa</i> sp.	4,85	1,16	0	0	0	0
<i>Caranx</i> sp.	2,88	0,05	0	2,34	0	0
<i>Oligoplites saurus</i>	3,44	0,10	0	1,23	0,13	0
<i>Chromis</i> sp.	0,45	0	0	2,00	0	0
Otros	11,67	1,92	0,71	14,23	1,02	0
Total	84,13	15,11	0,71	97,49	2,51	0

Fuente: Propia.

De las 88 especies de larvas de peces identificadas en este trabajo, se han reportado 36 para Isla Gorgona en su estado adulto (Tabla 1). Además, se registraron larvas de *Antennarius sanguineus*, *Pseudogramma thaumasium*, *Oligoplites saurus* y *Chaetodipterus zonatus*, especies consideradas exclusivas de arrecifes coralinos en su estado adulto (Palacios y Zapata, 2014).

Discusión

El estudio sistemático y prolongado de los estadios tempranos de peces en hábitats críticos como los sistemas arrecifales coralinos, es relevante (Hermes-Silva *et al.*, 2009; Costa *et al.*, 2015), ya que estos constituyen reservorios complejos de especies de peces y son áreas de crecimiento de especies clave para el ecosistema (Lehodey *et al.*, 2006; Leis, 2006; Harrison *et al.*, 2012). Sin embargo, la información sobre este tema en la isla Gorgona es relativamente escasa. Trabajos previos relacionados son los de Escarria *et al.* (2007), Ramírez (2015), Calle-Bonilla *et al.* (2017) y Ramírez *et al.* (2022), los primeros reportaron estadios larvales de 35 taxa de peces, siendo las familias más abundantes Gobiidae, Sciaenidae, Engraulidae, Bregmacerotidae y

Myctophidae y las especies con mayor abundancia relativa *Cetengraulis mysticetus*, *Myctophum* sp. y *Bregmaceros bathymaster*. Posteriormente, Ramírez (2015) incrementó el registro a 102 *taxa*, con muestreos mensuales en el periodo octubre del 2010 a noviembre de 2011 sobre el arrecife de La Azufrada, mientras que Calle-Bonilla *et al.* (2017) aumentaron el registro a 122 *taxa*, teniendo en cuenta solo especies de peces asociados exclusivamente a arrecifes coralinos. Además, reportaron que la abundancia, riqueza y diversidad del ensamblaje fue mayor en febrero que en septiembre, estando dominado cada periodo por *Coryphopterus urosphilus* (Gobiidae) y *Stegastes* sp. (Pomacentridae). Recientemente, Ramírez *et al.* (2022) reportaron 87 *taxa*, encontrando que el ensamblaje de larvas de peces asociado al arrecife coralino de La Azufrada exhibió diferencias significativas en cuanto a su composición y abundancia entre el día y la noche, razón por la cual en el presente estudio se unificó la información diurna y nocturna, incrementando de esta manera la representatividad taxonómica del muestreo realizado.

Las larvas de *C. mysticetus*, *B. bathymaster* y *Anisotremus* sp. fueron las dominantes en el área de estudio. Estos peces están ampliamente distribuidos en la zona nerítica del Pacífico colombiano (Beltrán-León y Ríos, 2000; Martínez-Aguilar *et al.*, 2010; Cuellar, 2012; Giraldo, 2020) y han sido registrados previamente en Isla Gorgona (Escarria *et al.*, 2007; Ramírez, 2015). En el arrecife de La Azufrada estas especies se encontraron en ambos períodos de estudio, lo que sugiere que su presencia como estadio larval no es estacional. Los engraulidos son peces epipelágicos pequeños, que se agrupan en grandes cardúmenes, son de gran importancia ecológica en las redes tróficas de las comunidades marinas costeras y forman la base de importantes pesquerías comerciales (Whitehead y Rodríguez, 1995). La temporada reproductiva de *C. mysticetus* se ha reportado para el Pacífico colombiano entre los meses de noviembre–diciembre (desovadores totales, Zapata, 1992; 2002), esto no es consecuente con lo encontrado en este estudio, donde *C. mysticetus* se encontró en gran abundancia tanto en marzo como septiembre. Sin embargo, Beltrán-León *et al.* (1994), Beltrán-León (2002) y Zapata (2002) reportaron que fenómenos de mesoescala como es la oscilación del sur puede provocar que *C. mysticetus* opte por realizar el fraccionamiento del desove y que este comportamiento se mantenga durante dos o tres años después del evento.

En el caso de la familia Bregmacerotidae, que representó la segunda familia más abundante en la zona de estudio, es preciso mencionar que estos peces en estado adulto son predominantemente costeros (Moser, 1996). En general en esta familia y en específico *B. bathymaster* se consideran desovadores continuos en el Pacífico tropical central y sur de México (Moser, 1996; López-Chávez *et al.*, 2012). Por otro lado, los haemúlidos son peces tropicales y subtropicales localizados en cardúmenes en aguas costeras someras, en áreas de arrecife y pastos marinos (Nelson, 1994). Poco se conoce sobre la temporada reproductiva de esta familia y en particular del género *Anisotremus*, sin embargo, en

este trabajo se puede evidenciar que este género estuvo presente en los dos periodos oceanográficos con una gran abundancia en septiembre. Los resultados obtenidos en la presente investigación se convierten en un punto de partida para profundizar en la comprensión de los períodos reproductivos de las especies de este género.

Los estadios larvarios de peces de las especies de arrecifes de coral recolectados durante este estudio correspondieron a los reportados como adultos para la misma zona por Palacios y Zapata (2014). Sin embargo, especímenes de las familias Acanthuridae, Balistidae, Cirrhitidae, Kyphosidae y Scaridae, comúnmente reportadas en estado adulto asociadas al arrecife coralino de La Azufrada, no estuvieron representados en la presente investigación, ni tampoco en los estudios previos realizados en esta localidad por Ramírez (2015) o Calle-Bonilla *et al.* (2017). Probablemente, procesos advectivos locales podrían estar favoreciendo la dispersión de los huevos de peces que desoven en el arrecife de coral (Wolanski y Kingsford, 2014; Wong-Ala *et al.*, 2018), razón por la cual no se registran estadios larvales de estas especies. Otra posible explicación sería la dispersión de larvas de peces fuera del arrecife como consecuencia de un requisito para completar el desarrollo larvario (Brogan, 1994), y posteriormente que algunas especies vuelvan como juveniles o adultos y se establezcan permanentemente en los ecosistemas de coral (Green *et al.*, 2014), en procesos de reclutamiento, el cual puede estar influenciado por el ciclo lunar y las mareas (D'Alessandro *et al.*, 2007), corrientes, o entradas de agua dulce (Cowen, 2022). Otras posibles explicaciones a la ausencia de registros larvales de especies presentes como adultos en el arrecife coralino de La Azufrada sea que los periodos de muestreo no coincidieron con el momento de desarrollo de las larvas en las que entran como nuevos reclutas a las poblaciones de peces del arrecife o incluso que al ser muestreos superficiales se excluiría de la captura todas las larvas que se encuentran cerca del fondo, comportamiento que ha sido reportado para varias especies costeras de las familias Serranidae, Labridae y Lutjanidae (Aceves-Medina *et al.*, 2008).

Las especies de larvas de peces registradas en La Azufrada pertenecen a diferentes ambientes marinos. Esta característica ha sido documentada frecuentemente en la literatura, donde los estadios larvales de peces que se encuentran en arrecifes rocosos y de coral generalmente provienen de áreas oceánicas, fondos arenosos y ambientes de manglares (Brogan, 1994; Sponaugle *et al.*, 2003). Finalmente, es importante destacar que conocer la diversidad biológica asociada a una localidad es un elemento clave para comprender las dinámicas ecológicas del sistema (Warner *et al.*, 2000; Gallego *et al.*, 2018), siendo un elemento esencial en las acciones de manejo que se implementan en un área marina protegida como isla Gorgona. En este sentido, conocer la identidad taxonómica de las larvas de peces asociadas a la columna de agua en el arrecife coralina de La Azufrada proporciona información relevante para conocer la dinámica de las poblaciones de peces marinos en esta localidad.

Conclusiones

A partir del estudio sistemático de las larvas de peces en la columna de agua del arrecife coralino de la Azufrada, se aumentó el registro a 162 *taxa*, de las cuales 41 especies son nuevo registro para esta región. las familias con mayor abundancia relativa fueron Engraulidae, Bregmacerotidae, Haemulidae y Gobiidae, con una dominancia marcada de las especies *Anisotremus* sp. y *Diaphus pacificus*. En términos generales, los resultados obtenidos en la zona de estudio en cuanto a las familias más abundantes y la dominancia de algunas especies son similares a los reportados en estudios previos en la zona, sin embargo, se registró una mayor riqueza y abundancia de larvas de peces, esto puede ser debido a la mayor cantidad de muestreos realizados en este trabajo y su constancia a través de los años, lo que demuestra el valor intrínseco asociado a los procesos de monitoreo continuo.

Se registraron estadios larvales para 36 especies de peces reportados en estado adulto en Isla Gorgona. Es importante destacar el registro de *Antennarius sanguineus*, *Pseudogramma thaumasium*, *Oligoplites saurus* y *Chaetodipterus zonatus* que han sido asociadas a formaciones arrecifales. Sin embargo, no fueron especies con una gran abundancia relativa. Los resultados de este trabajo servirán para incrementar el conocimiento científico sobre el ensamblaje de peces presentes en los arrecifes coralinos de esta región del Pacífico tropical, particularmente lo relacionado con las fases tempranas de desarrollo, información que permitirá fortalecer las acciones y estrategias de conservación de estos ecosistemas estratégicos.

Agradecimientos

A los integrantes del grupo de investigación en ciencias oceanográficas de la Universidad del Valle por el apoyo prestado en campo y a los funcionarios del PNN Isla Gorgona por toda su colaboración en la logística. Los esfuerzos de muestreo fueron financiados por el grupo de investigación en Ciencias Oceanográficas de la Universidad del Valle y el Parque Nacional Natural Gorgona, en el marco del programa de monitoreo de los valores objeto de conservación del Parque Gorgona, componente ambiente pelágico Esta es la publicación No 028 del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (INCIMAR), Universidad del Valle.

Referencias bibliográficas

- Aceves-Medina, G., Saldierna-Martínez, R. J., Hinojosa-Medina, A., Jiménez-Rosenberg, S. P., Hernández-Rivas, M. E. y Morales-Ávila, R. (2008). Vertical structure of larval fish assemblages during diel cycles in summer and winter in the southern part of Bahía de La Paz, México. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 76(4), 889-901. [10.1016/j.ecss.2007.08.016](https://doi.org/10.1016/j.ecss.2007.08.016).
- Alzate, A., Zapata, F. A. y Giraldo, A. (2014). A comparison of visual and collection-based methods for assessing community structure of coral reef fishes in the Tropical Eastern Pacific. *Revista de Biología Tropical*, 62, 359-371. <https://doi.org/10.15517/rbt.v62i0.16361>.
- Beltrán-León, B. S. (2002). Changes in the distribution, abundance and spawning season of the anchovy *Cetengraulis mysticetus*, in the Pacific Ocean off Colombia during the Events of El Niño and La Niña. *Investigaciones Marinas*, 30(1), 106-107. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-71782002030100021>.

- Beltrán-León, B. S. y Ríos R. (2000). *Estudios tempranos de peces del Pacífico colombiano*. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura INPA. <https://doi.org/10.1643/OT-03-258>
- Beltrán, B., Ramos, G., Escobar, C. y Tovar, A. (1994). Distribución y abundancia de huevos y larvas de *Opisthonema* spp. (Gill, 1861) y *Cetengraulis mysticetus* (Gunther, 1866) (Peces: Clupeiformes) en el Pacífico colombiano, durante enero de 1993. *Boletín Científico INPA*, 2, 181-199.
- Blanco, J. F. (2009). The hydroclimatology of Gorgona Island: seasonal and ENSO-related patterns. *Actualidades Biológicas*, 91(31), 111-121. [10.17533/udea.acbi.331494](https://doi.org/10.17533/udea.acbi.331494).
- Boeing, W. J. y Duffy-Anderson, J. T. (2008). Ichthyoplankton dynamics and biodiversity in the Gulf of Alaska: responses to environmental change. *Ecological Indicators*, 8(3), 292-302. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2007.03.002>.
- Brogan, M. W. (1994). Distribution and retention of larval fishes near reefs in the Gulf of California. *Marine Ecology Progress Series*, 115, 1-1. [10.3354/meps115001](https://doi.org/10.3354/meps115001).
- Calle-Bonilla, I. C., López, A. G. y Cuellar-Chacón, A. (2017). Spatiotemporal variation in the coral fish larvae assembly of Gorgona Island, Colombian Pacific. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras INVEMAR* 46(2), 55-72. <https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.2017.46.2.728>
- Costa, M. D., Possingham, H. P. y Muelbert, J. H. (2015). Incorporating early life stages of fishes into estuarine spatial conservation planning. *Aquatic Conservation*, 26(6), 1013-1030. [10.1002/aqc.2584](https://doi.org/10.1002/aqc.2584).
- Cowen, R. K. (2002). Larval dispersal and retention and consequences for population connectivity. p. 149-170. In P. F. Sale [ed.], *Coral reef fishes dynamics and diversity in a complex ecosystem*. Academic Press.
- Cowen, R. K., Paris, C. B. y Srinivasan, A. (2006). Scaling of connectivity in marine populations. *Science*, 311(5760), 522-527. [10.1126/science.1122039](https://doi.org/10.1126/science.1122039).
- Cuellar, A. (2012). *Ictioplancton del Golfo de Tortugas, Pacífico colombiano durante el evento "la niña" 2011* (tesis de pregrado). Universidad del Valle.
- D'Alessandro, E., Sponaugle, S. y Lee, T. (2007). Patterns and processes of larval fish supply to the coral reefs of the upper Florida Keys. *Marine Ecology Progress Series*, 331, 85-100.
- Escarria, E., Beltrán, B., Giraldo, A. y Zapata, F. (2007). Ichthyoplankton in the National Natural Park Isla Gorgona (Pacific Ocean of Colombia) during September 2005. *Investigaciones Marinas*, 35(2), 127-133. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-71782007000200013>.
- Frederiksen, M., Edwards, M., Richardson, A. J., Halliday, N. C. y Wanless, S. (2006). From plankton to top predators: bottom-up control of a marine food web across four trophic levels. *Journal of Animal Ecology*, 75(6), 1259-1268. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2006.01148.x>.
- Froese, R. y Pauly, D. (2020). *FishBase*. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version 02/2018.
- Gallego, J. J., Cuellar, A. y Giraldo, A. (2018). Lista de especies de peces en estadio larval en Bahía Portete (alta Guajira), Caribe colombiano. *Biota Colombiana*, 19(1), 123-132. <https://doi.org/10.21068/bc2018.v19n01a08>.
- Giraldo, A. (2020). Ictioplancton de Cabo Manglares (Distrito nacional de manejo integrado Cabo Manglares, Bajo Mira y Frontera), Nariño, Colombia. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural*, 24(1), 135-149. <https://doi.org/10.17151/bccm.2020.24.1.9>.
- Giraldo, A. y Valencia, B. (2012). *Isla Gorgona: paraíso de biodiversidad y ciencia*. Programa Editorial Universidad del Valle.
- Giraldo, A., Díaz-Granados, M. C. y Gutiérrez-Landázuri, C. F. (2014). Isla Gorgona, enclave estratégico para los esfuerzos de conservación en el Pacífico Oriental Tropical. *Revista de Biología Tropical*, 62, 1-12.
- Giraldo, A., Rodríguez-Rubio, E. y Zapata, F. (2008). Condiciones oceanográficas en isla Gorgona, Pacífico oriental tropical de Colombia. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 36(1), 121-128. <https://doi.org/10.3856/vol36-issue1-fulltext-12>.
- Giraldo, A., Valencia, B., Acevedo, J. D. y Rivera, M. (2014). Fitoplancton y zooplancton en el área marina protegida de Isla Gorgona, Colombia, y su relación con variables oceanográficas en estaciones lluviosas y seca. *Revista de Biología Tropical*, 62, 117-132. <https://doi.org/10.15517/rbt.v62i0.15982>.
- Glynn, P. W., Von Prael, H. y Guhl, F. (1982). Coral reefs of Gorgona Island, Colombia, with special reference to corallivores and their influence on community structure and reef development. *Anales del Instituto de Investigaciones Marinas de Puta de Betín*, 12, 185-214. <https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.1982.12.0.502>.
- Green, A. L., Maypa, A. P., Almany, G. R., Rhodes, K. L., Weeks, R., Abesamis, R. A., Gleason, M. G., Mumby, P. y White, A. (2014). Larval dispersal and movement patterns of coral reef fishes, and implications for marine reserve network design. *Biological Reviews*, 90(4), 1215-1247. <https://doi.org/10.1111/brv.12155>.
- Guzmán, H. M. y Cortés, J. (1993). Arrecifes coralinos del Pacífico oriental tropical: revisión y perspectivas. *Revista de Biología Tropical*, 41(3), 535-557.
- Harrison, H. B., Williamson, D. H., Evans, R. D., Almany, G. R., Thorrold, S. R., Russ, G. R., Feldheim, K. A., van Herwerden, L., Planes, S., Srinivasan, M., Berumen, L. M. y Jones, G. P. (2012). Larval export from marine reserves and the recruitment benefit for fish and fisheries. *Current Biology*, 22(11), 1023-1028. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2012.04.008>.
- Hawes, S., Miskiewicz, T., Garcia, V. y Figueira, W. (2020). Size and stage-dependent vertical migration patterns in reef-associated fish larvae off the eastern coast of Australia. *Deep Sea Research Part I Oceanographic Research Papers*, 164, 103362. <https://doi.org/10.1016/j.dsr.2020.103362>.
- Hermes-Silva, S., Reynalte-Tataje, D. A. y Zaniboni-Filho, E. (2009). Spatial and Temporal Distribution of Ichthyoplankton in the Upper Uruguay River, Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 52(4), 933-944. <https://doi.org/10.1590/S1516-89132009000400017>.
- Kerr, K. A., Cornejo, A., Guichard, F. y Collin, R. (2014). Planktonic predation risk varies with prey life history stage and diurnal phase. *Marine Ecology Progress Series*, 503, 99-109. [10.3354/meps10735](https://doi.org/10.3354/meps10735).
- Kingsford, M. J. (2001). Diel patterns of abundance of presettlement reef fishes and pelagic larvae on a coral reef. *Marine Biology*, 138(4), 853-867. [10.1007/s002270000455](https://doi.org/10.1007/s002270000455).
- Köster, F. W., Hinrichsen, H., St. John, M. A., Schnack, D., MacKenzi, B. R., Tomkiewicz, J. y Plikshs, M. (2001). Developing Baltic cod recruitment models. II. Incorporation of environmental variability and species interaction. *Canadian Journal of Fisheries Aquatic Sciences*, 58(8), 1534-1556. <https://doi.org/10.1139/f01-093>.
- Lecchini, D., Waqalevu, V. P., Holles, S., Lerohellic, M., Brie, C. y Simpson, S. D. (2013). Vertical and horizontal distributions of coral-reef fish larvae in open water immediately prior to reef colonization. *Journal Fish Biology*, 82(6), 2135-2140. [10.1111/jfb.12136](https://doi.org/10.1111/jfb.12136).
- Lefevre, C. D. y Bellwood, D. R. (2015). Disturbance and recolonisation by small reef fishes: the role of local movement versus

- recruitment. *Marine Ecology Progress Series*, 537, 205-215. 10.3354/meps11457.
- Leis, J. M. (1991). The pelagic stage of reef fishes: the larval biology of coral reef fishes. In: P. F. Sale (Ed.), *The ecology of fishes on coral reefs*. University of Hawaii. 10.1016/B978-012615185-5/50011-6.
- Leis, J. M. (2006). Are larvae of demersal fishes plankton or nekton? *Advances Marine Biology*, 51, 57-141. 10.1016/S0065-2881(06)51002-8.
- Leis, J. M. y Trnski, T. (1989). *The larvae of Indo-Pacific shorefishes*. University of Hawaii.
- Lehodey, P., Alheit, J., Barange, M., Baumgartner, T., Beaugrand, G., Drinkwater, K., Fromentin, J., Hare, S., Ottersen, G., Perry, R., Roy, C., van der Linden, C. y Werner, F. (2006). Climate variability, fish and fisheries. *Journal of Climate*, 19(20), 5009-5030. <https://doi.org/10.1175/JCLI3898.1>.
- López-Chávez, O., Aceves-Medina, G., Saldierna-Martínez, R. J., Jiménez-Rosenberg, S. P., Murad-Serrano, J. P., Marín-Gutiérrez, Á. y Hernández-Hernández, O. (2012). Changes in species composition and abundance of fish larvae from the Gulf of Tehuantepec, Mexico. *CICIMAR Oceanides*, 27(2), 1-11. <https://doi.org/10.37543/oceanides.v27i2.112>.
- Majoris, J. E., Catalano, K. A., Scolari, D., Atema, J. y Buston, P. M. (2019). Ontogeny of larval swimming abilities in three species of coral reef fishes and a hypothesis for their impact on the spatial scale of dispersal. *Marine Biology*, 166(12), 159. DOI: 10.1007/s00227-019-3605-2.
- Martínez-Aguilar, T., Giraldo A. y Rodríguez-Rubio, E. (2010). Ictioplankton en la zona costera del Pacífico colombiano durante la fase terminal de El Niño 2006-2007. *Latin American Journal Aquatic Research*, 38(1), 151-166. 10.3856/vol38-issue1-fulltext-14.
- Montagnes, D. J., Dower, J. F. y Figueiredo, G. M. (2010). The protozooplankton-ichthyoplankton trophic link: an overlooked aspect of aquatic food webs. *Journal of Eukaryotic Microbiology*, 57(3), 223-228. 10.1111/j.1550-7408.2010.00476.x.
- Moser, H. G. (1996). *The early stages of fishes in the California current region*. California cooperative oceanic fisheries investigations, Atlas No. 33. Nat. Mar. Fish. Serv. SFSC. Allen Press, Inc., Lawrence, Kans, 18.
- Neira, F. J., Miskiewicz, A. G. y Trnski, T. (1998). *Larvae of temperate Australian fishes. Laboratory guide for larval fish identification*. University of Western Australia, Perth.
- Nelson, J. S. (1994). *Fishes of the world*. Third ed. John Wiley y Sons, Inc., New York. 600 p.
- Palacios, M. M. y Zapata, F. A. (2014). Fish community structure on coral habitats with contrasting architecture in the Tropical Eastern Pacific. *Revista de Biología Tropical*, 62, 343-357. 10.15517/rbt.v62i0.16360.
- PNN – Parques Nacionales Naturales de Colombia. (2018). Plan de Manejo del Parque Nacional Natural Gorgona 2018-2023. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Ramírez, G. (2015). *Ictioplankton asociado al arrecife de coral "La Azufrada", Parque Nacional Natural (PNN) Gorgona, Pacífico Oriental Tropical* (tesis de maestría). Universidad del Valle.
- Ramírez-Martínez, G. A., Giraldo, A., Rivera-Gómez, M. y Aceves-Medina, G. (2022). Daily and monthly ichthyoplankton assemblages of La Azufrada coral reef, Gorgona Island, Eastern Tropical Pacific. *Regional Studies in Marine Science*, 52, 102378. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2022.102378>.
- Rivera-Gómez, M., Giraldo, A. y Lavaniegos, B. (2019). Structure of euphausiid assemblages in the Eastern Tropical Pacific off Colombia during El Niño, La Niña and neutral conditions. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 516, 1-15. 10.1016/j.jembe.2019.04.002.
- Robertson, D. R. y Allen, G. R. (2015). Peces costeros del Pacífico Oriental Tropical: sistema de información en línea. *Peces: Pacífico Oriental*, Una guía para peces costeros del Pacífico Oriental Tropical. <https://biogeodb.stri.si.edu/sfrep/es/thefishes/taxon/1968>
- Rojas, P. y Zapata, L. A. (2006). Peces demersales del Parque Nacional Natural Gorgona y su área de influencia, Pacífico colombiano. *Biota Colombiana*, 7(2), 211-244.
- Rubio, E. A., Gutiérrez, B. y Franke, R. (1987). *Peces de la isla de Gorgona*. Universidad del Valle.
- Sponaugle, S., Fortuna, J., Grorud, K. y Lee, R. (2003). Dynamics of larval fish assemblages over a shallow coral reef in the Florida Keys. *Marine Biology*, 143(1), 175-189. 10.1007/s00227-003-1059-y.
- Valencia, B. y Giraldo, A. (2012). Structure of hyperiid amphipod assemblages on Isla Gorgona, eastern tropical Pacific off Colombia. *Journal of the Marine Biological Association of the UK*, 92(7), 1489. 10.1017/S0025315411001780.
- Valencia, B., Lavaniegos, B., Giraldo, A. y Rodríguez-Rubio, E. (2013). Temporal and spatial variation of hyperiid amphipod assemblages in response to hydrographic processes in the Panama Bight, eastern tropical Pacific. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 73, 46-61. <https://doi.org/10.1016/j.dsr.2012.11.009>.
- Warner, R. R., Swearer, S. E. y Caselle, J. E. (2000). Larval accumulation and retention: implications for the design of marine reserves and essential habitat. *Bulletin of Marine Science*, 66(3), 821-830.
- Whitehead, P. J. P. y Rodríguez, R. (1995). Engraulidae. Anchoas, anchovetas. In: W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K. E. Carpenter y V. Niem (eds.). *Guía FAO para Identificación de Especies para los fines de la Pesca. Pacífico Centro-Oriental*. FAO.
- Wolanski, E. y Kingsford, M. J. (2014). Oceanographic and behavioral assumptions in models of the fate of coral and coral reef fish larvae. *Journal of the Royal Society Interface*, 11(98), 20140209. <https://doi.org/10.1098/rsif.2014.0209>.
- Wong-Ala, J. A., Comfort, C. M., Gove, J. M., Hixon, M. A., McManus, M. A., Powell, B. S., ... y Neuheimer, A. B. (2018). How life history characteristics and environmental forcing shape settlement success of coral reef fishes. *Frontiers in Marine Science*, 5, 65. 10.3389/fmars.2018.00065.
- Zapata, L. A. (1992). *Contribución al conocimiento de la biología, hábitos alimenticios y crecimiento en la carduma Cetengraulis mysticetus (Gunther, 1866) en el Pacífico colombiano* (tesis de doctorado). Universidad del Valle.
- Zapata, L. A. (2002). Effects of El Niño and La Niña on the fisheries of the Colombian Pacific. *Investigaciones Marinas*, 30(1), 205-206. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-1782002030100090>.
- Zapata, F. A. y Morales, Y. A. (1997). Spatial and temporal patterns of fish diversity in a coral reef at Gorgona Island, Colombia. In: *Proceedings of the 8th international Coral Reef symposium* (Vol. 1, pp. 1029-1034).
- Zapata, L. A., Rodríguez, G., Beltrán-León, B., Gómez, G., Cediell, A., Ávila, R. y Hernández, C. (1999b). Evaluación de recursos demersales por el método de área barrida en el Pacífico colombiano. *Boletín Científico INPA*, (6), 177-226.
- Zapata, F. A. y Vargas-Ángel, B. (2003). Corals and coral reefs of the Pacific coast of Colombia. En: J. Cortes (ed.), *Coral reefs of Latin America Elsevier Science* (pp. 419-447).