



## Los peces triple aletas del Santuario de Fauna y Flora Malpelo, Pacífico colombiano

### Triplefin fishes from the Malpelo Fauna and Flora Sanctuary, Colombian Pacific

Stephania Rojas-Vélez\*, Beatriz Susana Beltrán-León y José Tavera

0000-0002-2648-2218

0000-0002-4399-3642

0000-0003-4517-9238

Universidad del Valle, Departamento de Biología, Grupo de Investigación en Sistemática, Evolución y Biogeografía Animal (SEyBA), AA 25360, Cali, Colombia. [stephania.rojas@correounivalle.edu.co](mailto:stephania.rojas@correounivalle.edu.co), [bbeltranleon@yahoo.com](mailto:bbeltranleon@yahoo.com), [jose.tavera@correounivalle.edu.co](mailto:jose.tavera@correounivalle.edu.co).

\* Autor de correspondencia

#### RESUMEN

La familia Tripterygiidae incluye a los peces conocidos como triple aletas por la división en tres segmentos que caracteriza la aleta dorsal de sus especies. De las 183 especies reconocidas como válidas para la familia solamente 16 se distribuyen en el Pacífico oriental, incluyendo dos endémicas y únicas representantes de la familia en el Santuario de Fauna y Flora Isla Malpelo: *Axoclinus rubinoffi* y *Lepidonectes bimaculatus*. El presente trabajo aporta datos morfológicos y ecológicos de la etapa larval y adulta para las dos especies de triple aletas del santuario. Con respecto a las larvas, la abundancia promedio fue de 1,88 individuos/m<sup>2</sup> para *A. rubinoffi* y 0,25 individuos/m<sup>2</sup> para *L. bimaculatus* en las estaciones nocturnas donde fueron recolectadas, a 0,8 y 1,61 km de distancia al occidente y en localidades muy cercanas a la isla como El Arrecife y La Nevera. Los adultos fueron recolectados alrededor de la isla entre 0-30 m de profundidad y su abundancia fue de 0,22 individuos/m<sup>2</sup> para *L. bimaculatus* y de 0,19 individuos/m<sup>2</sup> para *A. rubinoffi*. Se amplía el conocimiento de la variabilidad natural de los rangos morfológicos de ambas especies y se evidencian diferencias entre las densidades poblacionales encontradas en previos estudios. Para entender las dinámicas poblacionales de estas especies es necesario evaluar series de tiempo más largas e incluir otras metodologías de estudio como las evaluaciones genéticas.

**PALABRAS CLAVE:** Endémico, Peces arrecifales, Santuario de Fauna y Flora Malpelo, Tripterygiidae, POT.

#### ABSTRACT

The fishes of the family Tripterygiidae are commonly known as triplefins because its dorsal fin is divided into three segments. Of the 183 species recognized as valid only 16 are distributed in the eastern Pacific. Two endemic species and only members of the family are found in the FFS Malpelo Island: *Axoclinus rubinoffi* y *Lepidonectes bimaculatus*. In this work, additional data are provided on the adults and larvae of the triplefins of the sanctuary. The mean abundances of the larvae were 1,88 individuals/m<sup>2</sup> for *A. rubinoffi* and 0.25 individuals/m<sup>2</sup> for *L. bimaculatus* at the night stations where they were collected, 0.8 and 1.61 km to the west of the island and very close specifically on El Arrecife and La Nevera. The adults were collected around the island between 0-30 m depth and the abundance was 0.22 individuals/m<sup>2</sup> for *L. bimaculatus* and 0.19 individuals/m<sup>2</sup> for *A. rubinoffi*. The natural variability of the morphological traits of both species is extended and differences between the population densities with previous studies are found. To really understand the population dynamics of these species, it is necessary to evaluate long time series and include other methods such as genetic information.

**KEY WORDS:** Endemic, Malpelo Fauna and Flora Sanctuary, Reef fish, Tripterygiidae, TEP.

## INTRODUCCIÓN

Tripterygiidae es una familia perteneciente al orden de los Blenniiformes que incluye 32 géneros y 183 especies válidas, 16 de las cuales han sido descritas en los últimos 10 años (Fricke *et al.*, 2020). Los llamados triple aletas se encuentran tanto en océanos templados como tropicales alrededor del mundo y viven asociados a fondos coralinos o rocosos. La mayoría de sus especies son de tamaño pequeño (< 6 cm), característica que junto a sus colores crípticos los hace difíciles de detectar (Robertson y Allen, 2015; Nelson *et al.*, 2016).

Se distinguen de otras familias por poseer la aleta dorsal dividida en tres segmentos distintivos, donde la primera y segunda porción están compuestas por espinas, mientras que la tercera presenta más de siete radios blandos. Carecen de cirros en la nuca, pero sí los presentan en las narinas y sobre los ojos; presentan escamas usualmente ctenoideas, membranas branquiales ampliamente unidas al istmo y los premaxilares protractiles (Nelson *et al.*, 2016). Poseen huevos bentónicos cuidados por el macho, unidos al sitio del nido a través de filamentos adhesivos (Ruck, 1973, 1980; Shioyaki y Dotsu, 1973; Wirtz, 1978), esféricos a ligeramente aplanados, de 0,7-1,4 mm de diámetro y con una yema incolora a rojorange con 10 o más gotas pequeñas de aceite. Las larvas son alargadas de 3 a 10 mm, sin espinas en la cabeza, pigmentadas en el borde ventral postanal y poseen un pequeño saco vitelino (Ruck, 1973, 1980; Shioyaki y Dotsu, 1973, 1988, Beltrán-León y Ríos, 2000).

En la región Neotropical, comprendida en el Pacífico americano desde la región sur de México hasta América del Sur (Sclater, 1858), se distribuyen cuatro géneros y 24 especies, de las cuales ocho de ellas han sido descritas en el presente siglo (Rosenblatt *et al.*, 2013; Victor, 2013). Para esta región, el género más diverso es *Enneanectes*, con 15 especies distribuidas entre el Pacífico oriental tropical (POT) y el Atlántico occidental (Rosenblatt, 1960; Robertson y Allen, 2015). Los tres géneros restantes son endémicos del POT: *Axoclinus* (seis especies), *Lepidonectes* (tres especies) y *Crocodilichthys* (una especie); de estas especies, cinco son únicas de las islas o archipiélagos que componen la provincia oceánica del POT (Clipperton, Revillagigedo, Galápagos, isla del Coco e isla Malpelo; Robertson y Cramer, 2009).

El Santuario de Fauna y Flora (SFF) Malpelo alberga dos de las cinco especies endémicas de la provincia oceánica del POT: *Axoclinus rubinoffi* Allen y Robertson, 1992 y *Lepidonectes bimaculatus* Allen y Robertson, 1992, las cuales viven en profundidades inferiores a 30 m y están asociadas

## INTRODUCTION

Tripterygiidae is a family belonging to the order of Blenniiformes that includes 32 genera and 183 valid species, 16 of which have been described during the last 10 years (Fricke *et al.*, 2020). The so-called triplefins are found both in warm and tropical oceans around the world and they live associated with coral or rocky seabeds. Most of their species have small sizes (< 6 cm), feature that, along with their cryptic colors, make them hard to detect (Robertson y Allen, 2015; Nelson *et al.*, 2016).

They are distinguished from other families by having the dorsal fin divided into three distinct segments. The first and second parts are made of spines, and the third one has more than seven soft rays. They lack cirri on the nape, but they have them in the nostrils and over the eyes; they usually have ctenoid scales, branchial membranes broadly joined to the isthmus, and protractile premaxillaries (Nelson *et al.*, 2016). They have benthic eggs cared for by the male, joined to the nest site through adhesive filaments (Ruck, 1973, 1980; Shioyaki y Dotsu, 1973; Wirtz, 1978), spherical to slightly flattened, 0.7-1.4 mm in diameter, and with a colorless to red-orange yolk having 10 or more little oil drops. Larvae are 3-10 mm long, without scales on the head, pigmented in the ventral postanal rim and they have a little yolk sac (Ruck, 1973, 1980; Shioyaki and Dotsu, 1973, 1988, Beltrán-León and Ríos, 2000).

In the Neotropical region, from the southern region of Mexico to South America in the American Pacific (Sclater, 1858), four genus and 24 species are distributed, eight of them described in the current century (Rosenblatt *et al.*, 2013; Victor, 2013). For this region, the most diverse genus is *Enneanectes*, with 15 species distributed between the tropical eastern Pacific (TEP) and the western Atlantic (Rosenblatt, 1960; Robertson y Allen, 2015). The remaining three genera are endemic to the TEP: *Axoclinus* (six species), *Lepidonectes* (three species), and *Crocodilichthys* (one species); five of these species are unique to the islands or archipelagoes comprising the TEP oceanic province (Clipperton, Revillagigedo, Galápagos, Coco Island, and Malpelo Island; Robertson and Cramer, 2009).

Malpelo Fauna and Flora Sanctuary (FFS) harbors two of the five endemic species to the oceanic province of the TEP: *Axoclinus rubinoffi* Allen and Robertson, 1992 and *Lepidonectes bimaculatus* Allen and Robertson, 1992, which live in depths shallower than 30 m and are associated to rocky sea beds covered by encrusting coralline algae (Chasqui-Velasco *et al.*, 2011). Due to their reduced body

a fondos rocosos cubiertos por algas coralinas incrustantes (Chasqui-Velasco *et al.*, 2011). Debido a su longitud corporal reducida y baja capacidad de natación, se asume poseen un limitado potencial de dispersión (Rocha y Bowen, 2008), al menos en sus estados juvenil y adulto. Estas dos especies representan los peces endémicos más abundantes en la isla (Chasqui-Velasco *et al.*, 2011), en comparación con las otras tres especies endémicas: el chaenópsido *Acanthemblemaria stephensi* Rosenblatt y McCosker, 1988, el gobio *Chriolepis lepidota* Findley, 1975 y el lábrido *Halichoeres malpelo* Allen y Robertson, 1992.

Las especies endémicas han registrado altas tasas de extinción (Frankham, 1997) debido a sus características biológicas (dispersión limitada), ecológicas (poblaciones pequeñas, especialistas en hábitat) y genéticas (bajo flujo genético y baja diversidad genética) (Pimm y Pimm, 1991; Ellstrand y Elam, 1993) que las convierten en especialmente vulnerables a las perturbaciones y las sitúan en mayor riesgo de extinción que especies con amplias distribuciones (Hughes *et al.*, 2002). Dada a esta vulnerabilidad, múltiples investigaciones se han realizado para entender y conservar sus poblaciones (Ellstrand y Elam, 1993; Hamrick y Godt, 1996). A pesar que los endémicos del SFF Malpelo están catalogados como vulnerables en el Libro Rojo de Peces Marinos de Colombia (Zapata y Chasqui-Velasco, 2017a, 2017b) y por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) (Hastings *et al.*, 2010a, 2010b), es poca la información disponible de estas especies. Los trabajos realizados hasta la fecha responden a la abundancia, distribución, ecología (Quimbayo *et al.*, 2010; Chasqui-Velasco *et al.*, 2011). La descripción original de las especies proporciona los únicos datos morfológicos disponibles de la fase adulta, estando limitados a los pocos individuos colectados para este fin (Allen y Robertson, 1992). El presente trabajo complementa información sobre la morfología, abundancia y distribución de la fase adulta de *Axoclinus rubinoffi* y *Lepidonectes bimaculatus*, y documenta los primeros registros y descripciones de estadios larvales para estas dos especies endémicas del SFF Malpelo.

## ÁREA DE ESTUDIO

La isla oceánica de Malpelo está ubicada en el POT y se encuentra separada por aproximadamente 500 km de la costa colombiana. Constituye la cúspide de la dorsal Malpelo, una cresta submarina volcánica solitaria emergida probablemente hace 16 – 17 ma (Hoernle *et al.*, 2002); y no ha estado conectada con la plataforma continental o alguna otra isla, ni siquiera en aguas poco profundas (Chase, 1968; Lonsdale y Klitgord, 1978). La isla Malpelo tiene paredes escarpadas y

length and low swimming capacity, it is assumed that they have a limited dispersion potential (Rocha y Bowen, 2008), at least during their young and adult stages. These two species represent the most abundant endemic fish in the island (Chasqui-Velasco *et al.*, 2011), compared to the other three endemic species: the chaenopsid *Acanthemblemaria stephensi* Rosenblatt and McCosker, 1988, the goby *Chriolepis lepidota* Findley, 1975 and the Labrid *Halichoeres malpelo* Allen and Robertson, 1992.

The endemic species have registered high extinction rates (Frankham, 1997) due to their biological (limited dispersion), ecological (small populations, habitat specialists), and genetic (low genetic flux and low genetic diversity) characteristics (Pimm and Pimm, 1991; Ellstrand and Elam, 1993) that make them especially vulnerable to perturbations and place them in a higher risk of extinction than broadly distributed species (Hughes *et al.*, 2002). Given this vulnerability, many studies have been conducted to understand and preserve their populations (Ellstrand and Elam, 1993; Hamrick and Godt, 1996). Despite the FFS Malpelo's endemic are cataloged as vulnerable in the Colombia Red Book of Marine Fish (Zapata and Chasqui-Velasco, 2017a, 2017b) and by the International Union for the Conservation of Nature (IUCN) (Hastings *et al.*, 2010a, 2010b), there is little available information about these species. Works carried out to date respond to the abundance, distribution, and ecology (Quimbayo *et al.*, 2010; Chasqui-Velasco *et al.*, 2011). The original description of the species provides the only available morphological data of the adult stage, limited to the few individuals collected for this purpose (Allen y Robertson, 1992). This work complements the information on morphology, abundance, and distribution of the adult stage of *Axoclinus rubinoffi* and *Lepidonectes bimaculatus*, and reports the first records and descriptions of larval stages for these two endemic species of the FFS Malpelo.

## STUDY AREA

The oceanic island Malpelo is located in the TEP and is approximately 500 km away from the Colombian coast. It is the peak of the Malpelo dorsal, a solitary submarine volcanic ridge, which probably emerged 16-17 million years ago (Hoernle *et al.*, 2002); it has not been connected to the continental platform or any other island, not even in shallow waters (Chase, 1968; Lonsdale and Klitgord, 1978). Malpelo Island has sheer walls and small platforms with underdeveloped coral formations (Graham, 1975). Due to its geomorphological features and to a high

posee plataformas pequeñas con formación de corales poco desarrollados (Graham, 1975). Debido a sus características geomorfológicas y a una alta diversidad de especies marinas, la isla Malpelo junto con sus aguas circundantes fueron asignadas bajo la categoría de Santuario de Fauna y Flora desde 1995 (Rodríguez-Rubio y Giraldo, 2011). El SFF Malpelo hace parte de las 59 áreas protegidas del Sistema Nacional de Parques Nacionales Naturales de Colombia, fue reconocido en 2006 como Patrimonio Natural de la Humanidad por Unesco y recientemente integró la Lista Verde de Áreas Protegidas y Conservadas de la IUCN.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Entre 4 de julio y 20 de noviembre de 2018 se capturó un total de 11 individuos adultos para cada una de las especies alrededor de la isla, incluidos los islotes que se encuentran al norte y al sur (Figura 1). La colecta se realizó utilizando redes de mano y los individuos se trasladaron a un acuario de vidrio, en donde fueron anestesiados con dosis letal de metasulfonato de Tricaina, aprobado por la Administración de Alimentos y Medicamentos para el manejo de peces (Carter *et al.*, 2011). Los organismos se fijaron en etanol al 96 %, y fueron depositados en la Colección Ictiológica de la Universidad del Valle (CIR-UV) con los números de catálogo 18134-18146 para *L. bimaculatus* y 18148-18154 para *A. rubinoffi*.

Las mediciones, conteos y descripción fueron realizadas siguiendo a Allen y Robertson (1992). Se consideraron las mediciones de longitud total (LT), longitud estándar (LE), altura del cuerpo (AL), ancho del cuerpo (AN), longitud de la cabeza (LC), longitud del hocico (LH), diámetro del ojo (DO), longitud interorbital (LI), altura del pedúnculo caudal (APC), longitud del pedúnculo caudal (LPC) y longitud de las aletas pectorales (LAP). Las medidas fueron realizadas usando un calibrador con precisión de 0,1 mm. Adicionalmente se realizaron conteos referentes a los elementos (radios y espinas) de la aleta dorsal (AD), anal (AA), pectorales (AP), pélvicas (APV) y caudales (AC).

Para estimar la densidad de adultos y juveniles (individuos/m<sup>2</sup>) de cada una de las especies se utilizaron los datos del monitoreo de peces endémicos de la isla Malpelo realizado en julio de 2018 por el grupo de investigación Ecología de Arrecifes Coralinos de la Universidad del Valle. El monitoreo fue efectuado en cuatro localidades de la isla: La Nevera, El Arrecife, La Pared del Náufrago y El Bajo de Junior. Se siguió el protocolo diseñado por Chasqui-Velasco *et al.* (2011) que consiste en censos visuales, utilizando equipo de buceo autónomo, a lo largo de transectos-cinturón de

diversidad de marine species, Malpelo Island together with its surrounding waters was designated a Fauna and Flora Sanctuary since 1995 (Rodríguez-Rubio and Giraldo, 2011). The Malpelo FFS is one of the 59 protected areas of the Colombia National System of National Natural Parks, was recognized as Natural Heritage by UNESCO in 2006 and recently joined the IUCN's Green List of Protected and Conserved Areas.

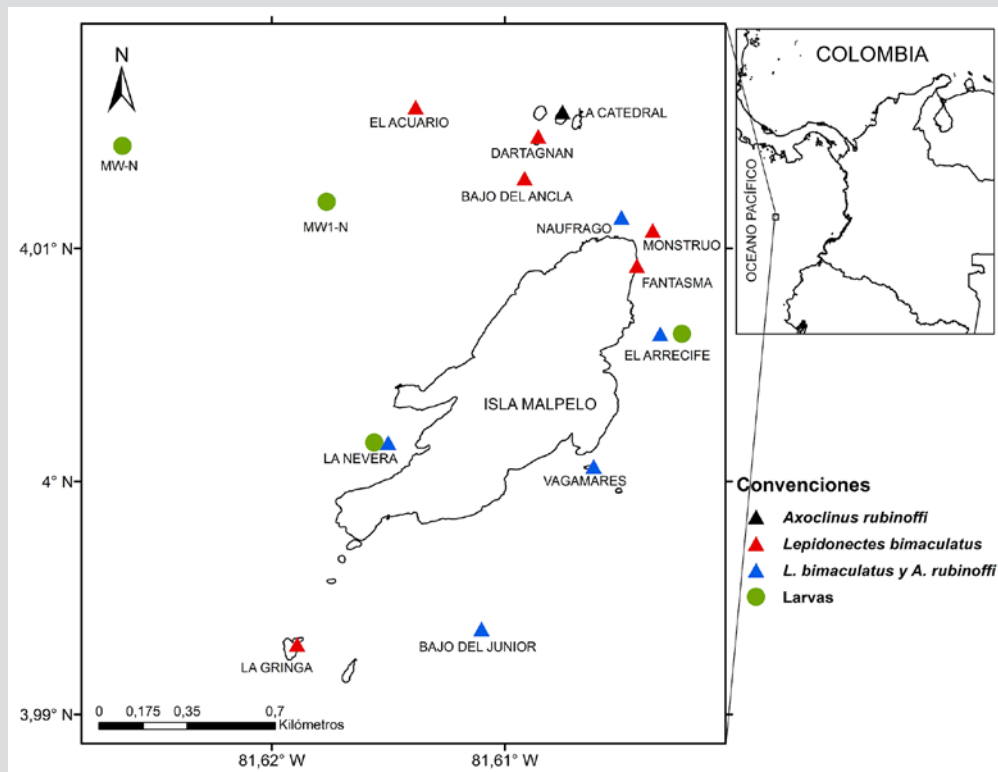
## MATERIALS AND METHODS

A total of 11 adult individuals of every species were captured around the island between July 4<sup>th</sup> and November 20<sup>th</sup>, 2018, including the islets found to the north and the south (Figure 1). The collection was carried out using hand nets, and individuals were taken to a glass aquarium where they were numbed with a lethal dose of Tricaine Metasulfonate approved by the Food and Drugs Administration for fish handling (Carter *et al.*, 2011). Organisms were fixed in 10 % ethanol and they were deposited in the Ichthyologic Collection of the Universidad del Valle (CIR-UV) under the catalog numbers 18134-18146 for *L. bimaculatus* and 18148-18154 for *A. rubinoffi*.

The measurements, counts, and descriptions were made following Allen and Robertson (1992). Measurements of total length (TL), standard length (SL), body height (BH), body width (BW), head length (HL), snout length (SNL), eye diameter (ED), interorbital distance (ID), caudal peduncle height (CPH), caudal peduncle length (CPL), and pectoral fins length (PFL) were considered. The measurements were made using a 0.1 mm precision caliper. Also, counts regarding the elements (spines and rays) of the dorsal (DF), anal (AF), pectoral (PF), pelvic (PVF), and caudal fins (CF) were made.

The density (individuals/m<sup>2</sup>) of each species were calculated using the data from a monitoring in July 2018 carried out by Ecology of Coral Reefs research group (Universidad del Valle). The monitoring was carried out in four locations in the island: La Nevera, El Arrecife, La Pared del Náufrago, and El Bajo de Junior. The protocol designed by Chasqui-Velasco *et al.* (2011) was followed, which consists of visual census using scuba diving equipment along 20 m x 2 m belt transects, which correspond to 40 m<sup>2</sup> and allows making a standardization to the number of individuals per square meter.

Individuals in early-stage (larvae) were collected in March 2015 in stations MW-N and MW1-N (schedule established by Project INPA – DIMAR 1993), located on



**Figura 1.** Distribución de larvas y adultos de *Axoclinus rubinoffi* y *Lepidonectes bimaculatus* recolectados durante 2015 y 2017-2019 en el SFF Malpelo. Los triángulos corresponden a organismos capturados en estado adulto y los círculos a estadios larvales.

**Figure 1.** Distribution of *Axoclinus rubinoffi* and *Lepidonectes bimaculatus* larvae and adults collected during 2015 and 2017-2019 in FFS Malpelo. Triangles correspond to organisms captured in the adult stage and circles to larval stages.

20 m x 2 m, los cuales corresponden a 40 m<sup>2</sup> y permiten realizar una estandarización con respecto al número de individuos por metro cuadrado.

Los individuos en estadio temprano (larvas) fueron recolectados durante marzo de 2015 en las estaciones MW-N y MW1-N (grilla establecida por Proyecto INPA – DIMAR 1993), ubicadas en el costado occidental a 0,8 y 1,61 km de Malpelo. Se capturaron también individuos durante septiembre de 2017 y mayo de 2019 en las localidades del Arrecife y la Nevera donde se realizaron arrastres superficiales muy cerca a la isla (Figura 1). Las muestras se obtuvieron mediante arrastres empleando redes bongo con mallas de 300 y 500 µm, copos colectores blandos y contadores de flujo análogos. Los arrastres fueron oblicuos hasta una profundidad máxima de 50 m en las estaciones MW-N y MW1-N y superficiales en las estaciones el Arrecife y La Nevera, siguiendo la metodología establecida por Smith y Richardson (1979). Posteriormente, las muestras se fijaron con formol al 10 % neutralizado con bórax en agua de mar. La descripción larvaria se realizó con cuatro ejemplares de *A. rubinoffi* y dos de *L. bimaculatus*.

La identificación de las larvas de *A. rubinoffi* y *L. bimaculatus* se realizó con base en los caracteres merísticos,

the west side at 0.8 and 1.61 km from Malpelo. During September 2017 and May, 2019 individuals were also captured in locations Arrecife and La Nevera, where superficial dragging was carried out very close to the island (Figure 1). Samples were obtained by dragging with bongo nets of 300 and 500 µm meshes, soft collecting flakes, and analogous flow counters. The dragging was oblique until a maximum depth of 50 m in stations MW-N and MW1-N, and superficial in stations El Arrecife and La Nevera, following the methodology by Smith and Richardson (1979). The samples were fixated with 10 % formaldehyde neutralized with borax in seawater. The larval description was made with four individuals of *A. rubinoffi* and two of *L. bimaculatus*.

The identification of *A. rubinoffi* and *L. bimaculatus* larvae was carried out based on the meristic, morphometric, and pigmentation characters, following the identification keys of Tripterygiidae family by Moser (1996) and Beltrán-León And Ríos (2000). In all cases, the number of organisms was standardized to individuals/m<sup>2</sup>. Finally, the larval stages were photographed in the Images Laboratory of the Universidad del Valle's postgraduate

morfológicos y de pigmentación, siguiendo las claves de identificación para la familia Tripterygiidae de Moser (1996) y Beltrán-León y Ríos (2000). Para todos los casos el número de organismos se estandarizó a individuos/m<sup>2</sup>. Finalmente, los estadios larvales fueron fotografiados en el Laboratorio de Imágenes del Postgrado en Ciencias-Biología de la Universidad del Valle, utilizando un estereoscopio NIKON MNA43000 y una cámara NIKON MQA16050.

## RESULTADOS

### Triple aleta ojo negro

#### *Axoclinus rubinoffi* Allen y Robertson, 1992

**Morfología.-** La única larva encontrada en estado de flexión presentó una longitud total de 6,2 mm, longitud estándar de 5,3 mm, cuerpo alargado; longitud preanal (LpA) 43 % de LE; LC (20-33 % de LE) y DO (25-33 % de LC) moderados; durante este estadio se cuenta con la tercera aleta (radios blandos) formada con 10 radios, aleta anal con II espinas y 17 radios blandos. Durante esta etapa se inicia la formación de las dos primeras aletas dorsales (espinas) y de las pélvicas, hasta completar el desarrollo de todas las aletas; con 39 miómeros.

En la fase adulta el cuerpo es corto y robusto; cabeza con cirros en las narinas y sobre los ojos; tres aletas dorsales III-XII-10; aleta anal II-17; aletas pectorales con 15 radios, raramente 14; aleta pélvica I-2; línea lateral descende desde el borde superior del opérculo al eje medio lateral; cinco escamas por encima de la línea lateral a la base del primer radio caudal; cuatro escamas por debajo de la línea lateral a la base de los radios anales; aleta caudal convexa con 13 radios. Los datos morfológicos y merísticos se muestran en detalle en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Caracteres morfológicos y merísticos de individuos bentónicos de *Axoclinus rubinoffi* y de *Lepidonectes bimaculatus*.

| Medidas / Measurements (mm) | <i>Axoclinus rubinoffi</i> (n=11) |              |         | <i>Lepidonectes bimaculatus</i> (n=11) |              |         |
|-----------------------------|-----------------------------------|--------------|---------|--|--------------|---------|
|                             | Intervalo / Interval              | Media / Mean | DS / SD | Intervalo / Interval                   | Media / Mean | DE / SD |
| LT / TL                     | 17.0-30.3                         | 23.4         | 4.2     | 29.5-57.3                              | 38.0         | 8.2     |
| LE / SL                     | 14.8-24.5                         | 18.9         | 3.6     | 24.9-47.7                              | 32.1         | 6.4     |
| LC / HL                     | 4.7-6.7                           | 5.5          | 0.6     | 7.5-13.7                               | 9.6          | 1.7     |
| AN en AL / BW in BH         | 0.8-1.6                           | 1.1          | 0.2     | 0.8-1.2                                | 0.9          | 0.1     |
| LI en DO / ID in ED         | 2.0-3.7                           | 2.7          | 0.6     | 1.9-4.0                                | 2.7          | 0.6     |
| <b>En LE / In SL</b>        |                                   |              |         |  |              |         |
| AL / BH                     | 4.1-6.2                           | 5.2          | 0.7     | 5.1-6.7                                | 5.8          | 0.5     |
| LC / HL                     | 2.6-4.0                           | 3.4          | 0.4     | 2.9-3.6                                | 3.3          | 0.2     |

program in Science-Biology, using a NIKON MNA43000 stereoscope and a NIKON MQA16050 camera.

## RESULTS

### Rubinoff's triplefin

#### *Axoclinus rubinoffi* Allen and Robertson, 1992

**Morphology.-** The only larvae found in the flexion stage had 6.2 mm total length, 5.3 mm standard length, elongated body; moderate preanal length (LpA) 43 % SL; HL (20-33 % SL) and ED (25-33 % HL); during this stage, they have the third fin (soft rays) made of 10 rays, anal fin with II bones and 17 soft rays. During this stage begins the formation of the two first dorsal (spines) and pelvic fins, until completion of the development of all fins; with 39 myomeres.

In the adult stage, the body is short and robust; head with cirri in the nostrils and over the eyes; three dorsal fins III-XII-10; anal fin II-17; pectoral fins with 15 rays, rarely 14; pelvic fin I-2; a lateral line descends from the superior edge of the operculum to the middle lateral axis; five scales over the lateral line to the base of the first caudal ray; four scales below the lateral line to the base of the anal rays; convex caudal fin with 13 rays. Morphometric and meristic data are shown in detail in Table 1.

**Table 1.** Morphometric and meristic characters of *Axoclinus rubinoffi* y de *Lepidonectes bimaculatus* benthic individuals.

| Medidas / Measurements (mm) | <i>Axoclinus rubinoffi</i> (n=11) |              |         | <i>Lepidonectes bimaculatus</i> (n=11) |              |         |
|-----------------------------|-----------------------------------|--------------|---------|--|--------------|---------|
|                             | Intervalo / Interval              | Media / Mean | DS / SD | Intervalo / Interval                   | Media / Mean | DE / SD |
| <b>En LC / In HL</b>        |                                   |              |         |  |              |         |
| LH / SNL                    | 3.4-4.7                           | 4.2          | 0.3     | 3.6-5.9                                | 4.4          | 0.7     |
| DO / ED                     | 2.2-3.9                           | 2.9          | 0.5     | 2.7-3.7                                | 3.2          | 0.3     |
| APC / CPH                   | 3.0-4.0                           | 3.3          | 0.3     | 3.0-4.8                                | 4.1          | 0.5     |
| LPC / CPL                   | -                                 | -            |         | 2.2-3.0                                | 2.5          | 0.2     |
| LAP / PFL                   | 0.7-1.1                           | 0.8          | 0.1     | 0.8-1.1                                | 1.0          | 0.1     |
| <b>Merística / Meristic</b> |                                   |              |         |  |              |         |
| AD / DF                     | III-XII-10                        |              |         | III-XII-10, raramente / rarely 11      |              |         |
| AA / AF                     | II-17                             |              |         | II-19-18                               |              |         |
| AP / PF                     | 15, raramente / rarely 14         |              |         | 16, raramente / rarely 17              |              |         |
| APV / PVF                   | I-2                               |              |         | I-2                                    |              |         |
| AC / CF                     | 13                                |              |         | 14                                     |              |         |

Longitud total (LT), longitud estándar (LE), altura del cuerpo (AL), ancho del cuerpo (AN), longitud de la cabeza (LC), longitud del hocico (LH), diámetro del ojo (DO), longitud interorbital (LI), altura del pedúnculo caudal (APC) y longitud de las aletas pectorales (LAP). Conteos de radios y espinas de las aletas dorsales (AD), anal (AA), pectorales (AP), pélvicas (APV) y caudal (AC). Las medidas se presentan con respecto a LE o LC, a excepción de AN que es calculada en relación con AL y LI respecto a DO.

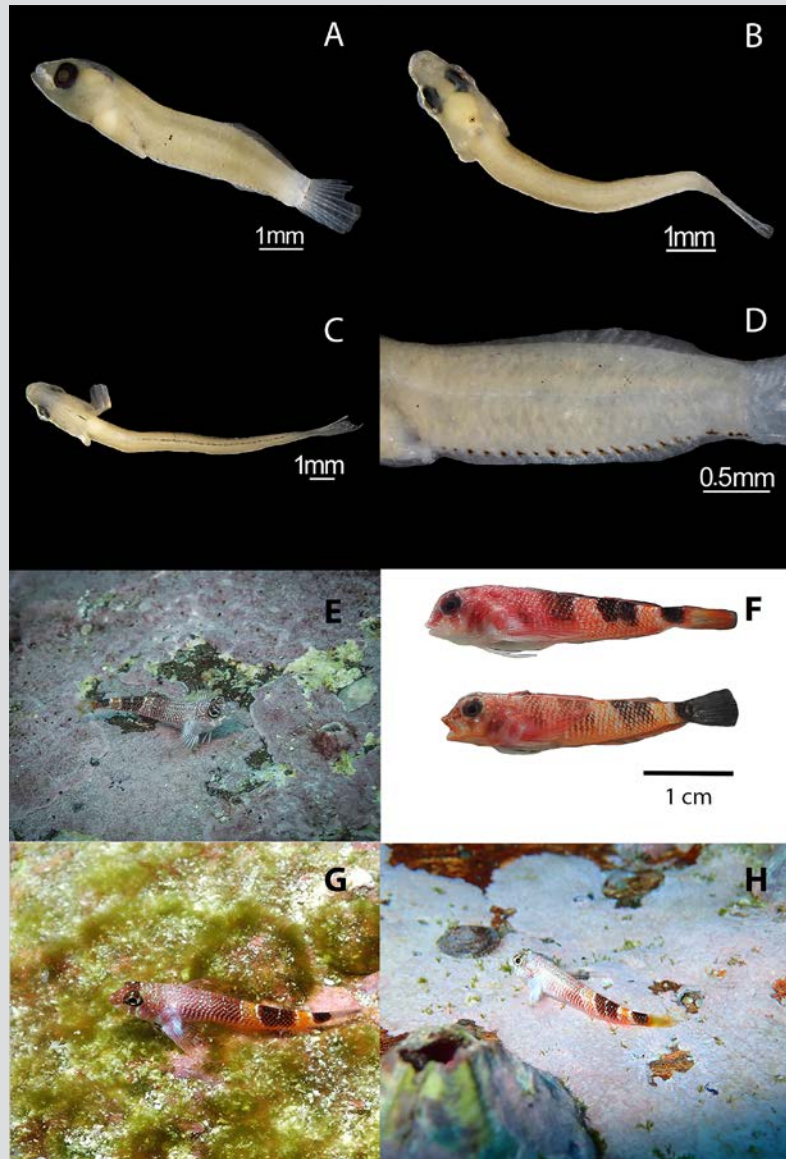
Total length (TL), standard length (SL), body height (BH), body width (BW), head length (HL), snout length (SNL), eye diameter (ED), interorbital distance (ID), caudal peduncle height (CPH) and pectoral fins length (PFL). Rays and spines count of dorsal (DF), anal (AF), pectoral (PF), and pelvic (PVF), and caudal (CF) fins. Measurements are shown with respect to SL or HL, except BW, which is calculated in relation to BH and ID with respect to ED.

**Coloración.-** Las larvas son transparentes y en estado de flexión presentan cromatóforos en la cabeza sobre el cráneo y la sínfisis cleitral, en el cuerpo cerca al ano, en serie ventral postanal (17), uno más fuerte entre la serie y el pedúnculo caudal, tres sobre el pedúnculo caudal y el borde hipural; pigmentos internos en la nuca y la parte anterior del intestino (Figura 2 A, B, C, y D). Los adultos se caracterizan por tener la superficie ventral de la cabeza y cuerpo blanquecino; cuatro barras anchas cafés entre la base de las aletas pectorales y caudal, las dos posteriores más conspicuas que las anteriores, todas las barras con bordes blancos, los espacios entre ellas de color café pálido; una barra corta con bordes blancos detrás del extremo inferior del ojo; aletas dorsal, anal y pectorales translúcidas, aleta pectoral con mancha blanca en su base, primeros radios blancos; existen diferencias en la coloración de la aleta caudal entre los sexos, los machos la presentan de color negro y las hembras con aleta de una coloración naranja (Figura 2 E, F, G, y H).

**Hábitat.-** Las larvas son planctónicas y se encuentran principalmente en aguas poco profundas y cercanas a la zona rocosa. Capturadas durante marzo de 2015, en MW-N y MW1-N (Figura 1), al oeste de Malpelo en la noche, con una temperatura superficial: 24,9 °C; salinidad superficial: 30,62-30,66 (media = 30,64); profundidad de muestreo: 27,9-29,3 m (media = 28,6 m); distancia de la isla: 0,8 y 1,61 km;

**Coloration.-** Larvae are transparent, and in the flexion stage they show chromatophores in the head over the skull and the cleithral symphysis, in the body close to the anus, in ventral post-anal series (17), a stronger one between the series and the caudal peduncle, three above the caudal peduncle and the hypural joint; internal pigments in the nape and the anterior intestine (Figure 2 A, B, C, and D). Adults distinguish by the white ventral surface of the head and their whitish body; four wide brown bars between the base of the pectoral and caudal fins, the two posterior ones more conspicuous than the two anterior ones, all the bars with white edges, pale brown color between them; a short bar with white edges behind the inferior end of the eye; translucent dorsal, anal, and pectoral fins, pectoral fin with a white stain on its base, white first rays; there are differences in the coloration of the caudal fin between sexes, males have them black, females fin with orange coloration (Figure 2 E, F, G, and H).

**Habitat.-** Larvae are planktonic and they are mainly found in shallow waters close to the rocky area. They were captured at night during March 2015, in MW-N and MW1-N (Figure 1), to the west of Malpelo, with 24.9 °C of surface temperature; superficial salinity: 30.62-30.66 (mean = 30.64); sampling depth: 27.9-29.3 m (mean = 8.6 m); distance from the island: 0.8 and 1.61 km;



**Figura 2.** Fotografías de *Axoclinus rubinoffi* en isla Malpelo, Colombia. **A)** Estadio larval vista lateral **A).** **B)** Estadio larval vista dorsal. **C)** Estadio larval vista ventral. **D)** Acercamiento vista lateral. **E y H)** Adultos sobre algas coralinas incrustantes. **F)** Coloración de los dos sexos, macho (inferior). **G)** Adulto sobre algas filamentosas. Créditos de fotografías A, B, C y D: ©Laboratorio Imágenes Postgrado Biología Univalle-Ortega, Beltrán-León; E: ©Paola María Sánchez; G: ©B Guenard; H: ©Andrés Felipe Acosta.

**Figure 2.** Photographs of *Axoclinus rubinoffi* in Malpelo Island, Colombia. **A)** Larval stage, side view **A).** **B)** Larval stage, dorsal view. **C)** Larval stage, ventral view. **D)** Close up, side view. **E and H)** Adults on encrusting coralline algae. **F)** Coloring of two sexes, male (inferior). **G)** Adult on filamentous algae. Credits of photographs A, B, C and D: © Images Laboratory of the Universidad del Valle's postgraduate program in Biology-Ortega, Beltrán-León; E: ©Paola María Sánchez; G: ©B Guenard; H: ©Andrés Felipe Acosta.

hora: 21:12 – 21:55. Durante septiembre de 2017 capturadas en la noche en las localidades de El Arrecife y La Nevera,. Temperatura superficial: 26,1-26,2 °C (media = 26,15 °C); salinidad superficial: 31,2-31,3 (media = 31,25); profundidad de muestreo: 1 m; distancia de la isla: 20 m aproximadamente; hora: 19:34 – 20:13. Durante mayo de 2019 capturadas en la localidad La Nevera al oeste de la isla en la noche temperatura superficial: 28,05 °C; salinidad superficial: 32,98; profundidad de muestreo: 1 m; distancia de la isla: 20 m aproximadamente; hora: 18:35. Por el contrario, los adultos son bentónicos de

time: 21:12 – 21:55. During September 2017 they were captured at night in El Arrecife and La Nevera. Surface Temperature: 26.1-26.2 °C (mean = 26.15 °C); superficial salinity: 31.2-31.3 (mean = 31.25); sampling depth: 1 m; distance from the island: 20 m approximately; time: 19:34 – 20:13. Captured in May 2019 in La Nevera to the west of the island at night, superficial temperature: 28.05 °C; superficial salinity: 32.98; sampling depth: 1 m; distance from the island: 20 m approximately; time: 18:35. On the contrary, adults are benthonic inhabitants of rocky seabed





fondos rocosos cubiertos con algas coralinas incrustantes y algas filamentosas (Figura 2E, G y H). Fueron colectados entre 0-30 m de profundidad, durante horas del día y en las localidades mostradas en la figura 1.

**Abundancia.-** La densidad de las larvas fue baja en las estaciones donde se capturaron. Con 5,8 individuos/m<sup>2</sup> en MW-N y 2,7 individuos/m<sup>2</sup> en MW1-N durante marzo de 2015, donde la familia Tripterygiidae presentó una abundancia relativa de 1,03 % del total de larvas colectadas. En la localidad del Arrecife fue de 0,1 individuos/m<sup>2</sup> y en La Nevera de 0,3 individuos/m<sup>2</sup>, con abundancia relativa de 0,70 % durante septiembre de 2017. Durante mayo de 2019, en la localidad de La Nevera se registraron 0,5 individuos/m<sup>2</sup>, representando una abundancia relativa de 0,41 % del total de larvas colectadas.

La densidad de *A. rubinoffi* (adultos + juveniles) en la localidad del Arrecife (640 m<sup>2</sup> muestreados) fue de 0,02 individuos/m<sup>2</sup>; en La Nevera (600 m<sup>2</sup> muestreados) de 0,07 individuos/m<sup>2</sup>, en La Pared del Náufrago (600 m<sup>2</sup> muestreados) de 0,10 individuos/m<sup>2</sup> y en el Bajo del Junior (560 m<sup>2</sup> muestreados) de 0,56 individuos/m<sup>2</sup>. Para las cuatro localidades muestreadas (2 400 m<sup>2</sup>) la densidad promedio de la especie fue 0,19 individuos/m<sup>2</sup>.

**Estado de conservación.-** Vulnerable D2 en la Lista Roja de la UICN de Especies Amenazadas y Libro Rojo de peces Marinos de Colombia la IUCN (Hastings *et al.* 2010a; Zapata y Chasqui-Velasco, 2017a).

**Especies similares.-** Las larvas de los tripterygiidos se parecen a las larvas de los labrisómidos pero generalmente se pueden distinguir por combinaciones de caracteres de pigmentación, merística y morfometría. Las tres aletas dorsales de las especies de esta familia las separan claramente de otras larvas de Blennioidei una vez alcanzan 10 mm de LT. *Axoclinus rubinoffi* (D III+XII+10; A II,17-18; Pc 15) es endémica de Malpelo y se puede separar de las otras especies similares por merística: *Lepidonectes bimaculatus* (D III+XIII,10-11; A II,19; Pc 17) y *A. lucillae* (D III+XII+9; A II, 17; Pc 15-16); esta última no se distribuye en la isla, pero si se encuentra en aguas someras de la costa del POT. En el estadio adulto, *A. cocosensis* Bussing (1991), endémico de isla del Coco, presenta una morfología y coloración similar; sin embargo, *A. rubinoffi* difiere de esta especie al no poseer una línea blanca que separa la barra del pedúnculo y la aleta caudales.

### Triple aleta candela

*Lepidonectes bimaculatus* Allen y Robertson, 1992

**Morfología.-** La única larva encontrada en estado de flexión presentó una longitud total de 8,1 mm; longitud estándar

covered with encrusting coralline algae and filamentous algae (Figure 2E, G, and H). They were collected between 0-30 m depth, during daytime and in the locations shown in figure 1.

**Abundance.-** Larvae density was low in the stations where they were captured: 5.8 individuals/m<sup>2</sup> in MW-N and 2.7 individuals/m<sup>2</sup> in MW1-N during March 2015. Tripterygiidae family showed a relative abundance of 1.03 % of the total of collected larvae. In El Arrecife it was 0.1 individuals/m<sup>2</sup> and 0.3 individuals/m<sup>2</sup> in La Nevera, with a relative abundance of 0.70 % during September 2017. In May 2019, 0.5 individuals/m<sup>2</sup> in La Nevera, with a relative abundance of 0.41 % of the total of collected larvae.

*A. rubinoffi* (adults + young) density in El Arrecife (640 m<sup>2</sup> sampled) was 0.02 individuals/m<sup>2</sup>; in La Nevera (600 m<sup>2</sup> sampled) 0.07 individuals /m<sup>2</sup>, in La Pared del Náufrago (600 m<sup>2</sup> sampled) 0.10 individuals/m<sup>2</sup> and in El Bajo del Junior (560 m<sup>2</sup> sampled) 0.56 individuals/m<sup>2</sup>. The species average density was 0.19 individuals/m<sup>2</sup> for the four locations sampled (2,400 m<sup>2</sup>).

**Conservation status.-** Vulnerable D2 in the UICN's Red List of Endangered Species, and Colombia's Red Book of Marine Fish (Hastings *et al.* 2010a; Zapata and Chasqui-Velasco, 2017a).

**Similar Species.-** Tripterygiidae larvae resemble Labrisomidae but they generally distinguish by combinations of pigmentation, meristic and morphometric characters. The three dorsal fins of this species' family clearly distinguish them from other Blennioidei larvae once they reach 10 mm TL. *Axoclinus rubinoffi* (D III+XII+10; A II,17-18; Pc 15) is endemic to Malpelo and can be distinguished from other similar species by meristic: *Lepidonectes bimaculatus* (D III+XIII,10-11; A II,19; Pc 17) and *A. lucillae* (D III+XII+9; A II, 17; Pc 15-16); the latter is not distributed in the island, but it is found in shallow water along the TEP coast. In the adult stage, *A. cocosensis* Bussing (1991), endemic to Coco Island, shows similar morphology and coloring; however, *A. rubinoffi* differs from this species because it has no white line separating the peduncle bar and the caudal fins.

### Twin-spot triple fin

*Lepidonectes bimaculatus* Allen and Robertson, 1992

**Morphology.-** The only larvae found in the flexion stage had 8.1 mm total length; 7.1 mm standard length; elongated body; LpA 45 % of SL; HL (20-33 % of SL) and eye (ED 25-33 % of HL) moderate; during this stage they have the third fin formed by 11 rays, anal fin with II spines

de 7,1 mm; cuerpo alargado; LpA 45 % de la LE; LC (20-33 % de LE) y ojo (DO 25-33 % de LC) moderados; durante este estadio se cuenta con la tercera aleta (radios blandos) formada por 11 radios, aleta anal con II espinas y 20 radios; se inicia la formación de las dos primeras aletas dorsales (radios duros o espinas) y las pélvicas hasta completar el desarrollo de todas las aletas; con 43 miómeros.

La fase adulta presentó un cuerpo moderadamente alargado; cirro grande sobre el ojo; espínulas en la cabeza y en la base de los primeros radios dorsales; tres aletas dorsales III-XII-11, raramente 10; aleta anal II-19, raramente 18; aletas pectorales con 16 radios; línea lateral en dos secciones; dos escamas por encima de la línea lateral a la base del primer radio caudal; seis escamas por debajo de la línea lateral a la base de los radios anales; aleta pélvica I-2 y aleta caudal convexa con 14 radios. Los datos morfométricos y merísticos se muestran en detalle en la Tabla 1.

**Coloración.-** Las larvas son transparentes y en estado de flexión no presentan pigmento en la cabeza. Por el contrario, si presentan pigmento cerca a la sínfisis cleitral, en el cuerpo cerca al ano, en serie ventral postanal 22 cromatóforos, tres y uno sobre el pedúnculo caudal, uno pequeño en el centro del pedúnculo caudal y pigmentos internos en la parte anterior del intestino y sobre la vejiga natatoria (Figura 3 A, B, C, y D). Los juveniles presentan la mitad superior de la cabeza con coloración gris a azul oscura y líneas irregulares iridiscentes, la mitad inferior de la cabeza blanquecina; cuerpo con barras café oscuras que forman una franja medio lateral ancha; barras delgadas con coloración rojiza en la mitad superior del cuerpo y la mitad inferior blanca; dos manchas de color blanco en la mitad superior del cuerpo; primera aleta dorsal blanca; segunda y tercera aleta dorsal transparentes; aleta caudal transparente; aletas pectorales y pélvicas amarillas; mancha negra en el pedúnculo caudal (Figura 3 E y F). Los adultos presentan una coloración naranja en la mitad superior del cuerpo; mitad inferior con coloración amarilla; borde de la aleta anal y caudal blanco; dos manchas de color blanco en la mitad posterior del cuerpo; hembras con aleta dorsal con coloración naranja en la base y margen exterior blanquecino; machos con aleta dorsal de base amarilla, radios y margen exterior negros; aletas pectorales y pélvicas amarillas; mancha café en el pedúnculo caudal, la cual es más evidente en los machos (Figura 3 G y H).

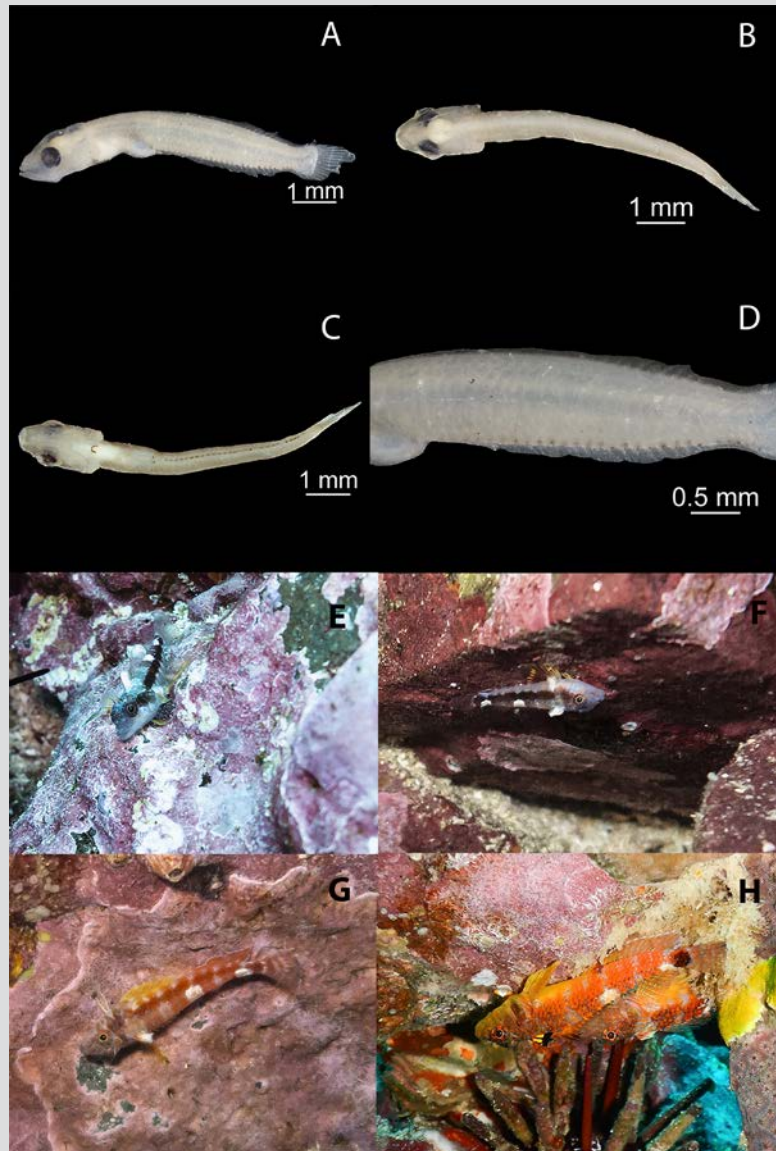
**Hábitat.-** Las larvas son planctónicas y se encontraron principalmente en aguas poco profundas sobre la zona rocosa, hábitat de los adultos. Capturadas en las localidades del Arrecife al este de la isla y La Nevera al oeste de la isla en la noche durante septiembre de 2017. Temperatura superficial:

and 20 rays; formation of the two first dorsal fins (hard rays or spines) and the pelvic ones starts, until completing the development of all fins; with 43 myomeres.

The adult stage showed a slightly elongated body; big cirrus over the eye; spinules on the head and on the base of the first dorsal ray; three dorsal fins III-XII-11, rarely 10; anal fin II-19, rarely 18; pectoral fins with 16 rays; lateral line in two sections; two scales over the lateral line to the base of the first caudal ray; six scales under the lateral line to the base of the anal ray; pelvic fin I-2 and convex caudal fin with 14 rays. Morphometric and meristic data are shown in detail in Table 1.

**Coloration.-** Larvae are translucent and in the flexion stage they have no pigment on the head. They have pigment close to the cleithral symphysis, in the body close to the anus, 22 chromatophores in postanal ventral series, three and one over the anal peduncle, a small one in the center of the caudal peduncle, and internal pigments in the anterior part of the intestine and over the swim bladder (Figure 3 A, B, C, and D). Young ones have the superior half of the head with grey to dark blue color and irregular iridescent lines, the inferior half of the head is whitish; body with dark brown bars that form a wide half-lateral strip; thin bars with reddish coloration in the superior half of the body and white inferior half; two white dots on the upper half of the body; white first dorsal fin; translucent second and third dorsal fins; translucent caudal fin; yellow pectoral and pelvic fins; black dot in the caudal peduncle (Figure 3 E, and F). Adults have an orange coloration in the superior half of the body; inferior half with yellow color; white edge in the anal and caudal fins; two white saddles on the posterior half of the body; females with orange coloring in the base of the dorsal fin and whitish exterior margin; males with yellowish dorsal fin base, black rays and black exterior margins; yellow pectoral and pelvic fins; brown blotch in the caudal peduncle, more evident in males (Figure 3G, and H).

**Habitat.-** Larvae are planktonic and they were mainly found in shallow waters on the rocky area, habitat of adults. They were captured in El Arrecife to the east of the island and La Nevera to the west of the island at night during September 2017. Superficial temperature: 26.1-26.2 °C (mean = 26.15 °C); superficial salinity: 31.2-31.3 (mean = 31.25); sampling depth: 1 m; distance from the island: 20 m approximately; time: 19:34-20:13. Captured in May 2019 in La Nevera to the west of the island at night, superficial temperature: 28.05 °C; superficial salinity: 32.98; sampling depth: 1 m; distance from the island: 20 m



**Figura 3.** Fotografías de *Lepidonectes bimaculatus* en Isla Malpelo, Colombia. **A)** Estadio larval vista lateral. **B)** Estadio larval vista dorsal. **C)** Estadio larval vista ventral. **D)** Estadio larval acercamiento vista lateral. **E y F)** Juveniles. **G)** Fotografía de una hembra. **H)** Fotografía macho y hembra. Créditos de fotografías A, B, C y D: ©Laboratorio Imágenes Postgrado Biología Univalle-Ortega, Beltrán-León; E, F, G: ©Paola María Sánchez.

**Figure 3.** Photographs of *Lepidonectes bimaculatus* in Malpelo Island, Colombia. **A)** Side view of larval stage. **B)** Dorsal view of larval stage. **C)** Ventral view of larval stage. **D)** Side view close-up of larval stage. **E and F)** Young ones. **G)** Photograph of a female. **H)** Photograph of a male and a female. Photograph credits A, B, C and D: © Images Laboratory of the Universidad del Valle's postgraduate program in Biology-Ortega, Beltrán-León; E, F, G: ©Paola María Sánchez.

26,1-26,2 °C (media = 26,15 °C); salinidad superficial: 31,2-31,3 (media = 31,25); profundidad de muestreo: 1 m; distancia de la isla: 20 m aproximadamente; hora: 19:34–20:13. Durante mayo de 2019 capturadas en la localidad La Nevera al oeste de la isla en la noche temperatura superficial: 28,05 °C; salinidad superficial: 32,98; profundidad de muestreo: 1 m; distancia de la isla: 20 m aproximadamente; hora: 18:35. Los adultos son bentónicos de fondos rocosos cubiertos con algas coralinas incrustantes (Figura 3E, F, G y H). Fueron colectados entre 0-30 m de profundidad, durante horas del día y en las localidades

aproximadamente; time: 18:35. Adults are benthonic inhabitants of rocky seabed covered with encrusting coralline algae (Figure 3E, F, G, and H). They were collected between 0-30 m depth, during daytime and in locations shown in figure 1. It is usual to find the young ones on exposed rocks, while adults stay more time in crevices and the internal face of rocks, usually in an inverted position (Figure 3F, G, and H).

mostradas en la figura 1. Es común encontrarse a los juveniles en rocas expuestas, mientras que los adultos permanecen más tiempo en grietas y en las caras internas de las rocas, usualmente en posición invertida (Figure 3F, G y H).

**Abundancia.-** La densidad larval fue baja en las estaciones donde se capturaron individuos. En la localidad del Arrecife fue de 0,2 individuos/m<sup>2</sup> y en La Nevera 0,3 individuos/m<sup>2</sup>. Donde la familia Tripterygiidae presento una abundancia relativa del 0,87 % del total de larvas colectadas durante septiembre de 2017.

En cuanto a los adultos y juveniles, la densidad de *L. bimaculatus* en la localidad de La Nevera (600 m<sup>2</sup> muestreados) fue de 0,12 individuos/m<sup>2</sup>, en el Arrecife (640 m<sup>2</sup> muestreados) de 0,15 individuos/m<sup>2</sup>; en el Bajo del Junior (560 m<sup>2</sup> muestreados) de 0,17 individuos/m<sup>2</sup> y en La Pared del Náufrago (600 m<sup>2</sup> muestreados) de 0,45 individuos/m<sup>2</sup>. Para las cuatro localidades muestreadas (2 400 m<sup>2</sup>) la densidad promedio de la especie fue de 0,22 individuos/m<sup>2</sup>.

**Estado de conservación.** - Vulnerable D2 en la Lista Roja de la UICN de Especies Amenazadas y Libro Rojo de peces Marinos de Colombia la IUCN (Hastings *et al.*, 2010a; Zapata y Chasqui-Velasco, 2017a).

**Especies similares.-** Las larvas *Lepidonectes bimaculatus* (D III+XIII, 10-11 A II, 19 Pc 17) se pueden separar de las otras especies similares en la zona por merística: *A. rubinoffi* (D III+XII+10 A II, 17-18 Pc 15) y *A. lucillae* (D III+XII+9 A II, 17 Pc 15-16). *Lepidonectes bimaculatus* presenta forma y conteos similares a *L. clarkhubbsi* Bussing, 1991; sin embargo, difieren en cuanto a su coloración ya que los juveniles de *L. clarkhubbsi* presentan barras distintivas en la zona lateral del cuerpo y las hembras son de coloración blanquecina.

## DISCUSIÓN

El presente trabajo aporta datos morfológicos de estadios larvales de las especies endémicas *A. rubinoffi* y *L. bimaculatus* en el Santuario de Fauna y Flora Malpelo. También proporciona información que complementa la abundancia, distribución y morfología de la fase adulta pues se incluyen mediciones de una serie mayor de individuos que aquella empleada en la descripción original realizada por Allen y Robertson (1992), lo cual permite conocer mejor la variabilidad morfológica y merística de estas especies endémicas.

Aunque se han realizado 27 expediciones científicas al SFF Malpelo en diferentes épocas del año para monitorear el ictioplancton desde 2006, solo en una (3,7%) de las expediciones realizadas (marzo de 2015) fueron capturadas larvas de la familia

**Abundance.-** Larvae density was low in the stations where individuals were captured. In El Arrecife, it was 0.2 individuals/m<sup>2</sup>, and in La Nevera 0.3 individuals/m<sup>2</sup>. Tripterygiidae family showed a relative abundance of 0.87 % of the total of collected larvae during September 2017.

Regarding adults and young ones, *L. bimaculatus* density in La Nevera (600 m<sup>2</sup> sampled) was 0.12 individuals/m<sup>2</sup>, in El Arrecife (640 m<sup>2</sup> sampled) 0.15 individuals/m<sup>2</sup>; in El Bajo del Junior (560 m<sup>2</sup> sampled) 0.17 individuals/m<sup>2</sup> and in La Pared del Náufrago (600 m<sup>2</sup> sampled) 0.45 individuals/m<sup>2</sup>. For the four locations sampled (2,400 m<sup>2</sup>) the average density of the species was 0.22 individuals/m<sup>2</sup>.

**Conservation status.-** Vulnerable D2 in the UICN's Red List of Endangered Species, and Colombia's Red Book of Marine Fish (Hastings *et al.* 2010a; Zapata and Chasqui-Velasco, 2017a).

**Similar Species.-** *Lepidonectes bimaculatus* larvae (D III+XIII, 10-11 A II, 19 Pc 17) can be distinguished from other similar species in the area by meristic: *A. rubinoffi* (D III+XII+10 A II, 17-18 Pc 15) and *A. lucillae* (D III+XII+9 A II, 17 Pc 15-16). *Lepidonectes bimaculatus* shows similar shape and counts to *L. clarkhubbsi* Bussing, 1991; however, they differ in their coloration, because the *L. clarkhubbsi* young ones have distinctive bars in the lateral area of the body and females have whitish coloring.

## DISCUSSION

This work provides morphological data of larval stages of the endemic species *A. rubinoffi* y *L. bimaculatus* in the Malpelo Flora and Fauna Sanctuary. It also provides information that complements the abundance, distribution, and morphology of the adult stage, adding measurements of a series of individuals greater than those employed in the original description made by Allen and Robertson (1992), which allows a better understanding of the morphologic and meristic variability of these endemic species.

Although 27 scientific expeditions since 2006 have taken place to monitor ichthyoplankton in FFS Malpelo in different seasons of the year, in only one (3.7 %) of the expeditions conducted (March 2015) larvae of the Tripterygiidae family were captured, corresponding to two of the six traditionally sampled stations. Besides, these species were captured in two (50 %) of the expeditions where new stations were involved on El Arrecife and La Nevera. This could indicate that larvae of this family are



Tripterygiidae, correspondiendo a dos de las seis estaciones tradicionalmente muestreadas. Adicionalmente, estas especies fueron capturadas en dos (50 %) de las expediciones donde se involucraron nuevas estaciones sobre El Arrecife y La Nevera. Lo anterior puede indicar que las larvas de esta familia son comúnmente encontradas en lugares cercanos a los sustratos duros, principalmente de roca en donde habitan los adultos.

Se resalta que los adultos de la especie *A. rubinoffi* fueron colectados en siete sitios, en dos de los cuales se encontró la especie a nivel larval. *L. bimaculatus* fue colectada en 11 sitios de los cuales en dos fueron encontradas sus larvas. Debido a la presencia de adultos en todos los sitios de colecta, se sugiere que la reproducción y por lo tanto las larvas, deben estar presentes en todos los lugares de la isla en donde se distribuyen los adultos, pero debido a la falta de muestreos larvales cercanos a la isla y asociados a los arrecifes y sustratos duros no habían sido colectadas antes. Realizar estos muestreos daría la oportunidad de obtener más estadios que permitan describir su desarrollo ontogénico completo, pues en los muestreos sólo se capturaron larvas en estado de flexión. A pesar de las pocas larvas encontradas, su estado de desarrollo indica que ha transcurrido poco tiempo desde su eclosión, por lo que se podría especular que los adultos presentan varios picos reproductivos al año durante los meses de marzo, mayo y septiembre.

El número de individuos examinados en este estudio permite ampliar el conocimiento que se tiene de la variabilidad natural de estas dos especies en cuanto a los rasgos morfológicos y merísticos. Los conteos de elementos en adultos de *A. rubinoffi* muestran valores similares en la aleta dorsal, anal, pélvica y caudal, pero algunas diferencias en los conteos de radios pectorales con respecto a la descripción original de Robertson y Allen (1992). La especie *L. bimaculatus* también presenta conteos similares en la aleta dorsal, pélvica y caudal, con leves diferencias en el número de radios de la aleta anal y pectoral. Las diferencias encontradas en la morfometría eran de esperarse debido al mayor número de individuos medidos en este trabajo, incluyendo un mayor rango de tamaño para ambas especies (14,8-24,5 mm LE en *A. rubinoffi* y 24,9-47,7 mm de LE en *L. bimaculatus*).

En cuanto a la abundancia de estas especies en Malpelo, se puede decir que la densidad promedio de *A. rubinoffi* (0,19 individuos/m<sup>2</sup>) y los valores obtenidos para la localidad de El Arrecife (0,02 individuos/m<sup>2</sup>) son similares a los encontrados hace casi una década por Chasqui-Velasco *et al.*, 2011 (0,18 individuos/m<sup>2</sup> y 0,024 individuos/m<sup>2</sup> respectivamente). En contraste, se registran densidades de casi la mitad para

comúnmente found in places close to hard substrates, mainly where adults live in.

It is highlighted that adults of the species *A. rubinoffi* were collected in seven sites, two of which the species was found in the larval stage. In the case of *L. bimaculatus*, it was collected in 11 sites, finding its larvae in two of them. Due to the presence of adults in all the collecting sites, it is suggested that reproduction and therefore larvae, must be present in all the island sites where the adults are distributed, but given the lack of plankton druggings close to the island and associated to the reef and hard substrates, they have not been collected before. Doing this sampling would give the opportunity of obtaining more stages that allow describing their entire ontogenic development, as only larvae in the flexion stage were captured. Despite the few larvae captured, their development stage indicates that little time has elapsed since their hatching, so it could be speculated that adults have reproductive peaks during March, May, and September.

The number of examined individuals in this research allows enlarging the current knowledge on the natural variability of these two species regarding their morphologic and meristic features. Counts of elements in *A. rubinoffi* adults show similar values in the dorsal, anal, pelvic, and caudal fins, but some differences in the counts of pectoral rays with respect to the original description by Robertson y Allen (1992). *L. bimaculatus* also shows similar counts in the dorsal, pelvic, and caudal fins, with slight differences in the number of rays in the anal and pectoral fins. Differences found in the morphometry were expected because of the greater number of individuals measured in this work, including a greater size range for both species (14.8-24.5 mm SL in *A. rubinoffi* and 24.9-47.7 mm SL in *L. bimaculatus*).

The average density of *A. rubinoffi* (0.19 individuals/m<sup>2</sup>) and the values obtained for El Arrecife (0.02 individuals/m<sup>2</sup>) are similar to those found almost a decade ago by Chasqui-Velasco *et al.*, 2011 (0.18 individuals/m<sup>2</sup> and 0.024 individuals/m<sup>2</sup> respectively). In contrast, densities of about a half are recorded for El Bajo de Junior (0.56 individuals/m<sup>2</sup>), La Nevera (0.07 individuals/m<sup>2</sup>) and La Pared del Náufrago (0.10 individuals/m<sup>2</sup>). Regarding *L. bimaculatus*, similar values were observed in both works for La Nevera. Chasqui-Velasco *et al.* (2011) report lower values in Bajo del Junior (0.09 individuals/m<sup>2</sup>), La Pared del Náufrago (0.084 individuals/m<sup>2</sup>) and El Arrecife (0.043 individuals/m<sup>2</sup>), as well as for the average

las localidades del Bajo de Junior (0,56 individuos/m<sup>2</sup>), La Nevera (0,07 individuos/m<sup>2</sup>) y La Pared del Náufrago (0,10 individuos/m<sup>2</sup>). Con respecto a *L. bimaculatus*, se observaron valores similares en ambos trabajos para la localidad de La Nevera. Chasqui-Velasco *et al.* (2011) registran valores menores en las localidades Bajo del Junior (0,09 individuos/m<sup>2</sup>), La Pared del Náufrago (0,084 individuos/m<sup>2</sup>) y El Arrecife (0,043 individuos/m<sup>2</sup>), así como para la densidad promedio de la especie (0,08 individuos/m<sup>2</sup>). Los valores obtenidos en este trabajo para las mismas localidades fueron (0,17 individuos/m<sup>2</sup>; 0,45 individuos/m<sup>2</sup>; 0,15 individuos/m<sup>2</sup> y 0,22 individuos/m<sup>2</sup>, respectivamente).

Las diferencias encontradas entre las densidades de ambos trabajos pueden deberse al esfuerzo de muestreo empleado en cada uno de ellos y a las variaciones demográficas inherentes a las especies durante las diferentes épocas de monitoreo. Se requiere realizar estudios con una mayor serie de tiempo e incluir en análisis posteriores otras metodologías como evaluaciones genéticas, las cuales estimen la diversidad genética y el tamaño poblacional efectivo. Dichos indicadores han sido reconocidos como importantes ya que permiten hacer inferencias de la persistencia de las especies endémicas a largo plazo (Ellstrand and Elam, 1993) pues procesos como la deriva genética, endogamia, cuellos de botella y eventos fundadores tienen un efecto sobre su diversidad y diferenciación (Lammi *et al.*, 1999). Además han mostrado en algunos casos información que no es consistente con datos obtenidos en campo, por ejemplo, el tamaño poblacional efectivo puede ser menor que los tamaños poblacionales censuales (Turner *et al.* 2002). Es de suma importancia que la información existente pueda ser contrarestrada con indicadores genéticos, esto con el fin de comprender mejor las dinámicas de las especies e implementar medidas de conservación y manejo más eficientes.

## CONCLUSIONES

Las larvas de las especies *A. rubinoffi* y *L. bimaculatus* se encontraron en la columna de agua sobre el hábitat de los adultos, sustratos duros como fondos rocosos o coralinos, ratificando la importancia de mantener los muestreos en las nuevas estaciones que permiten capturar especies asociadas a los arrecifes y que difícilmente se podrán capturar en el resto de estaciones muestreadas.

El estadio inicial de desarrollo larval encontrado sugiere que los adultos presentan varios picos reproductivos al año durante los meses de marzo, mayo y septiembre.

Este estudio aporta información para el entendimiento de especies vulnerables que están definidas como objetos de

densidad de la especie (0.08 individuals/m<sup>2</sup>). The values obtained in this work for the same locations were (0.17 individuals/m<sup>2</sup>; 0.45 individuals/m<sup>2</sup>; 0.15 individuals/m<sup>2</sup> and 0.22 individuals/m<sup>2</sup>, respectively).

The differences found between densities in both works could be due to the sampling effort made in each of them and to the demographic variations inherent to species during the different monitoring seasons. Studies with a larger time series and other methodologies such as genetic evaluations of the effective population size are required. Such indicators have been deemed important because they allow making inferences on the persistence of the endemic species in the long term (Ellstrand and Elam, 1993), due to processes such as genetic drift, endogamy, bottlenecks, and founding events affect their diversity and differentiation (Lammi *et al.*, 1999). Besides, they have shown sometimes information that is not consistent with field data, for instance, the effective population size can be lower than the census population sizes (Turner *et al.*, 2002). It is important that this information could be compared to genetic indicators to better understand the dynamics of the species and to take more efficient conservation and handling actions.

## CONCLUSIONS

Larvae of the species *A. rubinoffi* y *L. bimaculatus* were found in the water column over the adults' habitat, hard substrates such as rocky or coralline seabeds, confirming the importance of maintaining samplings in the new stations, which allow capturing species associated with the reef that hardly could be captured in the rest of the sampled stations.

The initial stage of larval development found suggests that adults have reproductive peaks during March, May, and September.

This study provides information to understand vulnerable species defined as objects of conservation for FFS Malpelo. Knowledge of the natural variability of the morphologic ranges is enlarged and data for the understanding of biological factors that drive the success of endemic species are provided.

The average density of *A. rubinoffi* is similar to that found by other researchers in 2011. On the contrary, differences are detected between population densities for *L. bimaculatus*, showing higher densities than in 2011. To understand the population dynamics of these species it is necessary to assess time series, implement other methodologies such as genetic evaluations, and keeping their monitoring and investigation.



conservación para el SFF Malpelo. En particular, se amplía el conocimiento de la variabilidad natural de los rangos morfológicos, y se aportan datos para la comprensión de factores biológicos que impulsan el éxito de las especies endémicas.

La densidad promedio de *A. rubinoffi* es similar a la encontrada por otros investigadores el 2011. Por el contrario, se detectan diferencias entre las densidades poblacionales para *L. bimaculatus*, presentando la especie mayores densidades que en el 2011. Para entender las dinámicas poblacionales de estas especies se hace necesario evaluar series de tiempo, implementar otras metodologías como las evaluaciones genéticas y continuar su monitoreo e investigación.

## AGRADECIMIENTOS

La captura de las larvas se realizó en el marco de las expediciones científicas realizadas por la Fundación Malpelo y Parques Nacionales Naturales, con apoyo parcial de AG Consultores Ambientales y la Universidad del Valle. Por otro lado, los individuos adultos fueron capturados bajo el aval de investigación número 20182200001023 ante Parques Nacionales Naturales. Se agradece a las tripulaciones de la M/N “María Patricia” y M/N “FEROX” por el apoyo logístico. A Graciela Serna y a Marisol Rivera por su colaboración para la toma de muestras. A Parques Nacionales por apoyar financieramente la separación y análisis de las muestras de los cruceros de septiembre 2017 y mayo 2019. A Nancy Murillo y Paola Rojas, jefes del área por su constante apoyo. A Alan Giraldo y Katherine Muñoz por el apoyo administrativo del convenio con Parques Nacionales para la separación y análisis de las muestras del crucero de mayo 2019. A Fernando Zapata y su grupo de investigación Ecología de Arrecifes Coralinos por suministrar los datos de los monitoreos de peces endémicos. A Paola María Sánchez por suministrar fotos *in situ* de las especies endémicas y a Manuel Francisco Cano por la realización del mapa. A Juan Felipe Ortega Giraldo del Laboratorio de imágenes del postgrado en Ciencias-Biología de la Universidad del Valle por la toma de fotografías de los estadios larvales. Esta publicación corresponde al aporte número 17 del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (INCIMAR) de la Universidad del Valle.

## ACKNOWLEDGMENTS

The capture of larvae was carried out within the framework of the scientific expeditions conducted by Fundación Malpelo and Parques Nacionales Naturales, partially supported by AG Consultores Ambientales and Universidad del Valle. Adult individuals were captured on research approval number 20182200001023 of Parques Nacionales Naturales. Thanks are given to the crew of M/N “María Patricia” and M/N “FEROX” for their logistic support. To Graciela Serna and Marisol Rivera for their collaboration in the sample taking. To Parques Nacionales for its financial support of the samples separation and analyses of the cruises on September 2017 and May 2019. To Nancy Murillo and Paola Rojas, for their constant support. To Alan Giraldo and Katherine Muñoz for their administrative support in the covenant with Parques Nacionales to separate and analyze the samples of the May 2019 cruise. To Fernando Zapata and his research group Ecology of Coralline Reef for providing the monitoring data of endemic fish. To Paola María Sánchez for providing photos *in situ* of the endemic species and to Manuel Francisco Cano for making the map. To Juan Felipe Ortega of the Images Laboratory of the Universidad del Valle’s postgraduate program in Science-Biology for taking pictures of the larval stages. This publication corresponds to the contribution number 17 of the Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (INCIMAR) of Universidad del Valle.

## BIBLIOGRAFÍA / LITERATURE CITED

- Allen, G. R. and D. R. Robertson. 1992. Three new species of triplefins (Pisces: Tripterygiidae) from Malpelo and Socorro Islands, in the tropical Eastern Pacific. *Revue Fr. Aquariol.*, 19: 53-56.
- Beltrán-León, B. S. y R. Ríos. 2000. Estadios tempranos de peces del Pacífico colombiano. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura-INPA, Buenaventura. 727 p.
- Carter, K. M., C. M. Woodley and R. S. Brown. 2011. A review of tricaine methanesulfonate for anesthesia of fish. *Rev. Fish Biol. Fisheries*, 2:51-59.
- Chase, R. E. 1968. Sea floor topography of the central eastern Pacific Ocean. *BCF Circ. US Fish Wildlife Serv.*, 291: 33.

- Chasqui-Velasco, L., D. L. Gil-Agudelo and R. Nieto. 2011. Endemic shallow reef fishes from Malpelo Island: abundance and distribution. *Bol. Investig. Mar. Costeras*, 40: 107-116.
- Ellstrand, N. C. and D. R. Elam. 1993. Population genetic consequences of small population size: implications for plant conservation. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.*, 24: 217–242.
- Frankham, R. 1997. Do island populations have less genetic variation than mainland populations?. *J. Heredity*, 78: 311–327.
- Fricke, R., W.N. Eschmeyer and R. van der Laan. 2020. Eschmeyer’s catalog of fishes: genera,species,references.<http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp.01/07/2020>
- Graham, J.B. 1975. The biological investigation of Malpelo Island, Colombia. *Smithson.Contr. Zool.*, 176: 52–54.
- Hamrick, J. L. and M. J. W. Godt. 1996. Effects of life history traits on genetic diversity in plant species. *Philos. Trans. R. Soc. Lond., B, Biol. Sci.*, 351: 1291–1298.
- Hastings, P., A. Dominici-Arosemena and S. Bessudo. 2010a. *Axoclinus rubinoffi*. The IUCN Red List of Threatened Species 2010. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2010-3.RLTS.T183612A8144526.en>. 14/07/2020.
- Hastings, P., A. Dominici-Arosemena and S. Bessudo. 2010b. *Lepidonectes bimaculatus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2010. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2010-3.RLTS.T183612A8144526.en>. 14/07/2020.
- Hoernle, K., P. van den Bogaard and R. Werner. 2002. Missing history (16–71 Ma) of the Galápagos hotspot: implications for the tectonic and biological evolution of the Americas. *Geology*, 30: 795–798.
- Lammi, A., P. Siikamäki and K. Mustajärvi. 1999. Genetic diversity, population size and fitness in central and peripheral populations of a rare plant *Lychnis viscaria*. *Conserv. Biol.*, 13: 1069–1078.
- Lonsdale, P. and K. D. Klitgord. 1978. Structure and tectonic history of the eastern Panama Basin. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 89: 981-999
- Moser, H. 1996. The early stages of fish in the California current region. *Cal. Coop. Ocean. Fish. Inv. Atlas*, 1441 p.
- Nelson, J. S., T. C. Grande and M. V. Wilson. 2016. *Fishes of the world*. John Wiley & Sons. 707 p.
- Pimm, S.L. and S.L. Pimm. 1991. *The balance of nature?: ecological issues in the conservation of species and communities*. University of Chicago Press. 404 p.
- Quimbayo, J. P., F. A. Zapata, S. R. Floeter, S. Bessudo and I. Sazima. 2010. First record of cleaning by a triplefin blenny in the Tropical Pacific. *Coral Reefs*. DOI 10.1007/s00338-010-0656-8.
- Robertson, D. R. y G. R. Allen. 2015. Peces costeros del Pacífico Oriental Tropical: sistema de información en línea, ver. 2.0 <https://biogeodb.stri.si.edu/sftep/es/pages.1/07/2020>
- Rocha, L. A. and Bowen, B. W. 2008. Speciation in coral-reef fishes. *J Fish Biol.*, 72:1101-1121.
- Rodríguez-Rubio, E. y A. Giraldo. 2011. Características oceanográficas en Isla Malpelo y su relación con la cuenca oceánica del Pacífico colombiano. *Bol. Invest. Mar. Cost.*, 40:19–32.
- Rosenblatt, R. H. 1960. The Atlantic species of the blennioid fish genus *Enneanectes*. *Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia*, 112: 1-23.
- Rosenblatt, R.H., E.C. Miller and P.A. Hastings. 2013. Three new species of triplefin blennies of the genus *Enneanectes* (Teleostei, Tripterygiidae) from the Tropical Eastern Pacific with a key to Pacific species of *Enneanectes*. *Zootaxa*, 3636: 361–373.
- Ruck, J. G. 1973. Development of *Tripterygion capito* and *T. robustum* (Pisces, Tripterygiidae). *Zool. Pub. Univ. Wellington*, 63:1-10.
- Ruck, J.G. 1980. Early development of *Forsterygion varium*, *Gilloblennius decemdigitatus* and *G. tripennis* (Pisces: Tripterygiidae). *N. Z. J. Mar. Freshwater Res.*, 14:313-326.
- Sclater, P.L. 1858. On the general geographic distribution of the members of the class Aves. *J. Proc. Linn. Soc.*, 2: 130–145. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1096-3642.1858.tb02549.x>.
- Shiogaki, M. and Y. Dotsu. 1973. The egg development and larva rearing of the tripterygiid blenny, *Tripterygion ethiostoma*. *Jpn. J. Ichthyol.*, 20:42-46.
- Shiogaki, M. and Y. Dotsu. 1988. Tripterygiidae. 733-734. In Okiyama, M. (Ed.). *An atlas of early stage fishes in Japan*. Tokai Univ. Press, Tokyo. 1896 p.
- Smith, L. y S. Richardson. 1979. Técnicas modelo para prospecciones de huevos y larvas de peces pelágicos. *FAO. Doc. Tec. Pesca*, 175, 107 p.
- Turner, T. F., J. P. Wares and J. R. Gold. 2002. Genetic effective size is three orders of magnitude smaller than adult census size in an abundant, estuarine-dependent marine fish (*Sciaenops ocellatus*). *J. Genet.*, 162: 1329-1339.
- Victor, B. C. 2013. The Caribbean roughhead triplefin (*Enneanectes boehlkei*): DNA barcoding reveals a complex of four West Indian sympatric cryptic species (Teleostei: Blennioidei: Tripterygiidae). *J. Ocean Sci. Found.*, 7: 44-73.
- Wirtz, P. 1978. The behaviour of the Mediterranean *Tripterygion* species (Pisces, Blennioidei). *Z. Tierpsychol.*, 48:142-174.
- Zapata, F. A. y L. Chasqui-Velasco. 2017a. *Axoclinus rubinoffi*. En: Chasqui-Velasco, L., A. Polanco, A. Acero P., P.A. Mejía-Falla, A. Navia, L.A. Zapata y J.P. Caldas (Eds.).
- Zapata, F. A. y L. Chasqui-Velasco. 2017b. *Lepidonectes bimaculatus*: 188-190. En: Chasqui-Velasco, L., A. Polanco, A. Acero, P.A. Mejía-Falla, A. Navia, L.A. Zapata y J.P. Caldas (Eds.).