



## **Peces registrados en ambientes mesofóticos de Bajo Frijol, la porción más somera del Parque Nacional Natural Corales de Profundidad, usando buceo técnico CCR**

### **Fishes found in mesophotic environments of Bajo Frijol, the shallowest portion of the Corales de Profundidad Natural National Park, using CCR technical diving.**

*Luis Hernán Chasqui Velasco y Juan David González Corredor*

0000-0002-9381-2301

0000-0002-5065-4913

*Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras, INVEMAR, Calle 25 No 2-55, El Rodadero, Santa Marta, Colombia. luis.chasqui@invemar.org.co. divad82nauj@gmail.com.*

#### **RESUMEN**

**P**ara aportar al conocimiento de la biodiversidad del Parque Nacional Natural Corales de Profundidad se presenta una lista comentada de 80 especies de peces registrados en ambientes mesofóticos en el Bajo Frijol. Las observaciones se realizaron mediante buceo técnico con equipo de circuito cerrado O2ptima Rebreather y mezclas de gases Trimix. El área protegida se destaca como un importante reservorio de biodiversidad marina del Caribe continental colombiano.

**PALABRAS CLAVE:** Corales de profundidad, Ictiofauna del Caribe, Ecosistemas mesofóticos, Buceo con rebreather, Caribe continental colombiano.

#### **ABSTRACT**

**I**n order to contribute to the knowledge of the biodiversity of the Corales de Profundidad Natural National Park, an annotated list of 80 fish species recorded in mesophotic environments in the Bajo Frijol is presented. Observations were done through technical diving with O2ptima Rebreather closed circuit equipment and Trimix. The importance of the protected area as a marine biodiversity reservoir in the continental Caribbean of Colombia is remarked.

**KEY WORDS:** Deep-sea corals, Caribbean ichthyofauna, Mesophotic ecosystems, rebreather diving, Colombian continental Caribbean.

## INTRODUCCIÓN

El Parque Nacional Natural Corales de Profundidad (PNNCP) es la única área marina protegida (AMP) totalmente submarina en el Caribe colombiano. Fue creado en 2013 para proteger una de las tres formaciones coralinas de profundidad que se conocen en Colombia, la cual se encuentra al borde de la plataforma continental (Reyes *et al.*, 2005). Dada su ubicación, el PNNCP comprende fondos tanto de la plataforma como del talud continental, desde 35 hasta 1240 m (Morales *et al.*, 2017). Debido en parte a su reciente creación, pero también por las implicaciones logísticas de la investigación científica en el área, el conocimiento sobre biodiversidad en el PNNCP es escaso, con sólo una publicación disponible a la fecha (Alonso *et al.*, 2015a). En dicho trabajo se describen las primeras observaciones, obtenidas con tecnología remota, sobre la biodiversidad asociada a los fondos del AMP, particularmente sobre las especies de coral. Sobre otros grupos bióticos no existen inventarios publicados para el área protegida, siendo prácticamente desconocida la biodiversidad que alberga. En cuanto a los peces, Alonso *et al.* (2015a) mencionan al mero negro *Hyporthodus nigrurus*, capturado en 2012 a 200 m de profundidad dentro del Parque (Bustos-Montes *et al.*, 2013). Henao-Castro *et al.* (2016) registraron la presencia del invasor pez león entre 34-140 m de profundidad dentro del Parque, y Henao-Castro *et al.* (2019), usando sistemas de video subacuático remoto cebado (BRUVS), registraron 18 especies ícticas entre 40-80 m de profundidad. Sobre el grupo no existe más información publicada para el Parque.

Los primeros estudios sobre diversidad biológica en el PNNCP han sido realizados por Invermar en cooperación con Parques Nacionales Naturales de Colombia y la Universidad de los Andes. Se han usado métodos no invasivos basados en la obtención de fotografías y video de manera remota para las zonas más profundas (cámara de deriva y vehículos operados remotamente – ROV) y el buceo técnico con mezclas de gases hasta profundidades de 100 m, en lo que se conoce como ambientes mesofóticos (Alonso *et al.*, 2015b, 2017).

Los arrecifes mesofóticos han sido poco estudiados, a pesar de considerarse ecosistemas que exhiben comunidades biológicas diversas y con alto endemismo (Sinniger *et al.*, 2016), debido principalmente a dificultades técnicas. Los ambientes mesofóticos se encuentran entre 30-150 m de profundidad, demasiado profundos para ser estudiados mediante buceo SCUBA convencional y demasiado someros para ser explorados con vehículos sumergibles, lo que sumado a las condiciones del terreno en tales ambientes ha condicionado

## INTRODUCTION

The Corales de Profundidad Natural National Park (PNNCP) is the only fully submarine Marine Protected Area (MPA) in the Colombian Caribbean. It was created in 2013 to protect one of the three known deep coral formations in Colombia, which lies on the edge of the continental shelf (Reyes *et al.*, 2005). Because of its location, the PNNCP comprises seabed on both the continental shelf and the continental slope from 35 to 1240 m (Morales *et al.*, 2017). Due in part to its recent creation, but also to the logistical implications of scientific research in the area, knowledge about biodiversity in the PNNCP is scarce, with only one publication available to date (Alonso *et al.*, 2015a). That paper describes the first observations with remote-technology about biodiversity associated to the MPA seabeds, particularly coral species. There are no published inventories of other biotic groups for the protected area, and the biodiversity it contains is practically unknown. As for fishes, Alonso *et al.* (2015a) only mention the black grouper *Hyporthodus nigrurus*, captured at a depth of 200 m in 2012 within the Park (Bustos-Montes *et al.*, 2013). Henao-Castro *et al.* (2016) recorded the presence of the invasive lionfish between 34-140 m depth within the Park, and Henao-Castro *et al.* (2019) using baited remote underwater video systems (BRUVS) recorded 18 fish species between 40-80 m depth. There is no other published information about the group for the Park.

The first studies on biological diversity in the PNNCP were carried out by Invermar in cooperation with National Natural Parks of Colombia and Universidad de los Andes. Non-invasive methods based on remote photography and video have been used for the deepest areas (drift camera and remotely operated vehicles - ROV), and technical diving with gas mixtures down to depths of 100 m, in what is known as mesophotic ecosystems (Alonso *et al.*, 2015b and Alonso *et al.*, 2017).

Mesophotic reefs have not been widely studied, despite the fact that they are considered ecosystems that exhibit diverse and highly endemic biological communities (Sinniger *et al.*, 2016). This is mainly due to technical difficulties. Mesophotic ecosystems lay at depths of between 30-150 m, too deep to be studied by conventional SCUBA diving and too shallow to be explored by submersible vehicles, which, added to the terrain conditions in these environments, has conditioned

el uso de métodos de muestreo representativos (Puglise *et al.*, 2009). No obstante, a causa del gran interés que ha surgido por el conocimiento de los ecosistemas profundos, se han adaptado técnicas y procedimientos para su exploración; entre ellos el buceo con equipos de circuito cerrado o rebreathers (CCR por Closed Circuit Rebreather) utilizando mezclas hipóxicas de aire. Con esa técnica de buceo se ha hecho exploración hasta 150 m en diferentes lugares del mundo desde hace ya dos décadas, con resultados importantes (Rocha *et al.*, 2005; Pyle *et al.*, 2008).

En el Caribe colombiano la exploración de los ambientes profundos de la plataforma y talud continental inició 20 años atrás y se ha realizado con diferentes métodos, aportando registros importantes de especies en los diferentes grupos bióticos y el descubrimiento de especies nuevas para la ciencia (Invemar, 2010; Alonso *et al.*, 2015a). Esos hallazgos reflejan la importancia de continuar con las investigaciones para conocer y entender la composición biológica, las dinámicas ecológicas y los factores determinantes de los arreglos de biodiversidad en esos ambientes. En ese sentido, este trabajo es un primer aporte al conocimiento de la ictiofauna asociada a los ambientes mesofóticos del PNNCP, específicamente en el Bajo Frijol, un lugar donde se encuentran pequeños parches de corales escleractinios zooxantelados y esponjas, con comunidades bióticas similares en composición de especies a las que se encuentran en los arrecifes coralinos someros de los archipiélagos del Rosario y de San Bernardo.

## ÁREA DE ESTUDIO

El Parque Nacional Natural Corales de Profundidad se ubica en el borde de la plataforma continental frente a los departamentos de Bolívar, Sucre y Córdoba, entre las coordenadas 9°43'16,591" – 10°7'30,277" N y 76°0'16,254" – 76°17'41,091" O. El Parque comprende un área aproximada de 142,192 ha con fondos entre 34-1234 m de profundidad (Resolución Minambiente 0339 de 2013; Morales *et al.*, 2017; Figura 1). El PNNCP está en el terreno tectónico denominado Cinturón Plegado del Sinú, formado por la interacción entre las placas oceánica Caribe y la continental suramericana (Duque-Caro, 1979). Por su ubicación, el PNNCP presenta fondos sobre la plataforma continental y sobre el talud continental, que corresponden a 16 unidades geomorfológicas (Morales *et al.*, 2017). Entre las unidades geomorfológicas de la plataforma continental se encuentran los bancos, geofoma a la cual corresponde Bajo Frijol. De forma elipsoidal, el banco Bajo Frijol es una elevación de 116 m en el terreno de la plataforma,

the use of representative sampling methods (Puglise *et al.*, 2009). However, because of the great interest that has emerged in understanding deep ecosystems, techniques and procedures have been adapted for their exploration, including diving with closed circuit equipment or rebreathers (CCR for Closed Circuit Rebreather) using hypoxic air mixtures. This diving technique has been used to explore down to 150 m in different parts of the world for two decades, with important results (Rocha *et al.*, 2005; Pyle *et al.*, 2008).

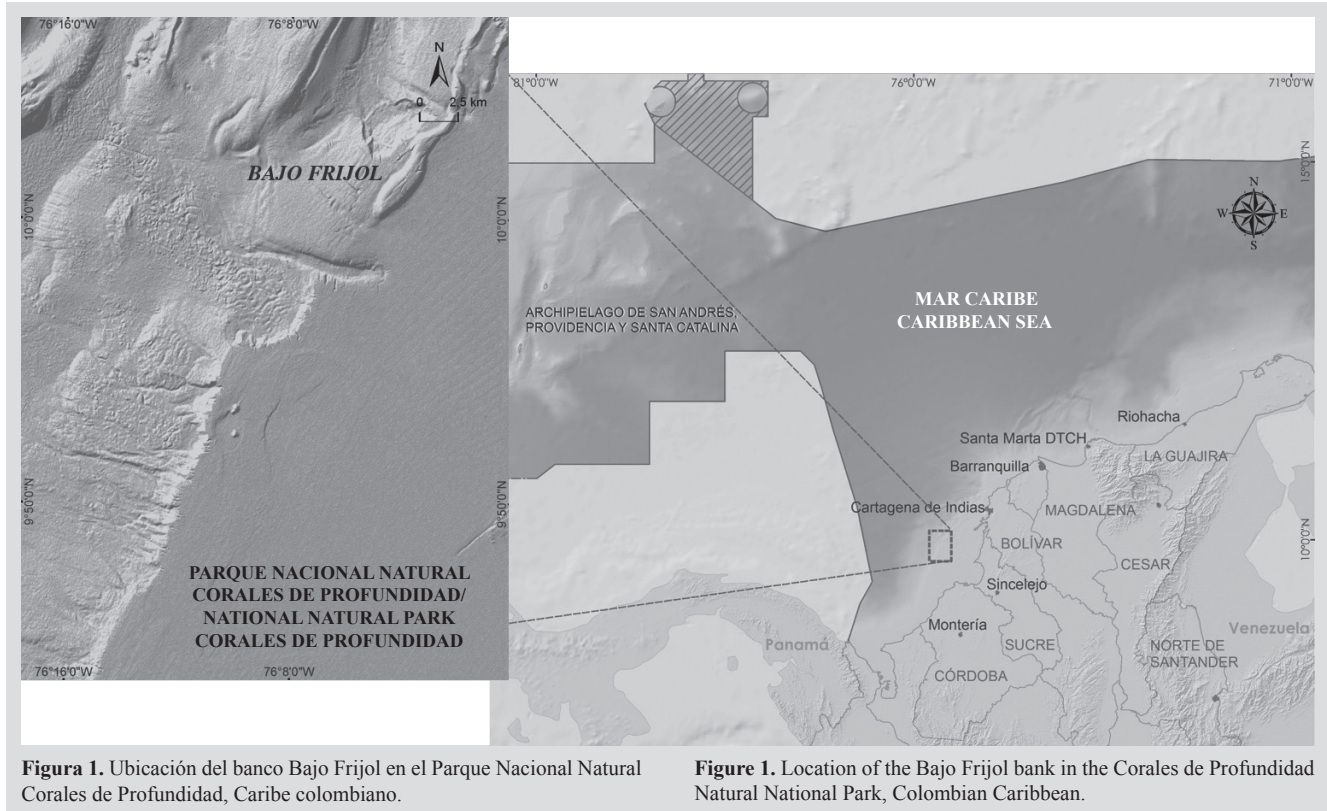
In the Colombian Caribbean, exploration of the deep environments of the continental shelf and slope began two decades ago and has been carried out using different methods, providing important records of species in the different biotic groups and the discovery of new species for science (Invemar, 2010; Alonso *et al.*, 2015a). These findings highlights the importance of continuing researching to know and understand the biological composition, ecological dynamics, and determinants of biodiversity arrangements in these environments. In this sense, this work is a first contribution to the knowledge of the ichthyofauna associated with the mesophotic ecosystems of the PNNCP, specifically in Bajo Frijol, where small patches of zooxanthellated scleractinian corals and sponges are found, with biotic communities similar in species composition to those found in the shallow coral reefs of the Rosario and San Bernardo archipelagos.

## STUDY AREA

The Corales de Profundidad Natural National Park is located on the edge of the continental shelf opposite the departments of Bolívar, Sucre and Córdoba, along the following coordinates: 9°43'16.591" – 10°7'30.277" N y 76°0'16.254" – 76°17'41.091" O. The Park comprises an approximate area of 142.192 ha with seabeds at depths of between 34-1234 m (MINAMBIENTE Resolution 0339 of 2013; Morales *et al.*, 2017; Figure 1). The PNNCP is located in the tectonic terrain called the Sinu Folded Belt, formed by the interaction between the Caribbean oceanic plate and the South American continental plate (Duque-Caro, 1979). Due to its location, the PNNCP features seabeds on the continental shelf and on the continental slope, corresponding to 16 geomorphological units (Morales *et al.*, 2017). Among the geomorphological units of the continental shelf are the banks, geofoms to which Bajo Frijol corresponds. Ellipsoidal in shape, the Bajo Frijol bank is an elevation of

con una longitud de 8,2 km y un ancho de 1,4 km, que se orienta en sentido noreste-suroeste entre 34 y 150 m de profundidad, con una terraza de pendiente seminivelada (0,5°) en la cima (Morales *et al.*, 2017).

116 m on the ground of the platform, with a length of 8.2 km and a width of 1.4 km, facing northeast-southwest at a depth of between 34 to 150 m, with a semi-leveled slope terrace (0.5°) at the top (Morales *et al.*, 2017).



**Figura 1.** Ubicación del banco Bajo Frijol en el Parque Nacional Natural Corales de Profundidad, Caribe colombiano.

**Figure 1.** Location of the Bajo Frijol bank in the Corales de Profundidad National Natural Park, Colombian Caribbean.

## MATERIALES Y MÉTODOS

En abril, junio y noviembre de 2017 se realizaron tres salidas de campo al PNNCP, en el sector conocido como Bajo Frijol (Figura 1). Durante esas salidas se visitaron seis puntos de muestreo donde la administración del Parque realiza monitoreos biológicos, que se ubican entre las coordenadas 10°1'29" N, 76°3'51" O y 10°0'47" N, 76°4'5" O, a 35-50 m de profundidad. La exploración fue realizada por tres buzos con equipo de buceo técnico de circuito cerrado O2ptima Rebreather, utilizando mezclas de gases Trimix (aire, oxígeno y helio).

Dos buzos registraron la ictiofauna presente mediante buceo errante por 20 minutos y el tercer buzo se encargó del registro fotográfico y la seguridad de la actividad. En el campo se identificaron y listaron todas las especies observadas y se hicieron estimaciones de abundancia en categorías. Posteriormente, se revisó el material fotográfico

## MATERIALS AND METHODS

In April, June, and November 2017, three field trips were made to PNNCP, in the sector known as Bajo Frijol (Figure 1). During these trips, we visited six sampling points where the Park administration conducts biological monitoring. The sampling points are located along the following coordinates: 10°1'29" N, 76°3'51" O y 10°0'47" N, 76°4'5" O, at a depth of between 35-50 m. The exploration was carried out by three divers with O2ptima Rebreather closed circuit technical diving equipment, using Trimix gas mixtures (air, oxygen and helium).

Two divers recorded the ichthyofauna during 20 minutes of roving diving and the third diver was in charge of the photographic record and safety of the activity. Every species observed in the field were identified and listed, and abundance estimates in categories were made. Subsequently, the photographic material obtained in each dive was

obtenido en cada buceo para complementar la lista de especies observadas y se consultaron referencias del área y sectores cercanos. La nomenclatura específica utilizada sigue el Catálogo de Peces de Eschmeyer (Fricke *et al.*, 2018). El orden filogenético de las familias sigue la propuesta de Betancur-R. *et al.* (2017) para peces óseos y la de Page *et al.* (2013) para peces cartilagosos. El orden de las especies en las familias es alfabético.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se presenta una lista con 80 especies de peces registradas en Bajo Frijol (PNNCP) agrupadas en 29 familias, de las cuales 72 corresponden a observaciones directas, 4 a revisión de material fotográfico obtenido durante las salidas, mientras que las 4 restantes se encontraron en el único informe, no publicado, sobre biodiversidad de ambientes mesofóticos del área que existe a la fecha (Sánchez *et al.*, 2016), y en el libro de resúmenes del V Congreso Colombiano de Zoología (Hena-Castro *et al.*, 2019). Las familias con mayor riqueza de especies fueron Labridae con 11 especies; Serranidae con 10; Balistidae con 6; Carangidae, Pomacanthidae y Pomacentridae con 5 especies cada una. Las demás familias estuvieron representadas por no más de cuatro especies (Tabla 1).

**Tabla 1.** Especies de peces registradas en Bajo Frijol en el Parque Nacional Corales de Profundidad. Tipo de registro: OD=observación directa; R1=Sánchez *et al.* (2016); R2=Hena-Castro *et al.* (2019); RF=Registro fotográfico. Abundancia: indicador cualitativo de abundancia basado en las observaciones realizadas por dos buzos mediante la técnica del buceo errante (20 min), que se refiere a la probabilidad de observar una especie durante un buceo (adaptado de Humann y DeLoach, 2002), donde: AB=abundante (se pueden esperar al menos varios avistamientos de muchos individuos – al menos 50 – en casi cada buceo); VC=muy común (se pueden esperar al menos varios avistamientos en casi cada buceo, pero no necesariamente muchos individuos); CM=común (los avistamientos son frecuentes, pero no necesariamente se esperan en cada buceo); OC=ocasional (los avistamientos no son inusuales, pero no se esperan de forma regular); UN=infrecuente (los avistamientos son inusuales); RA=raro (los avistamientos son excepcionales).

reviewed to complement the list of observed species. References of the area and nearby sectors were consulted. The specific nomenclature used follows the Eschmeyer's Catalog of Fishes (Fricke *et al.*, 2018). The phylogenetic order of the families follows the proposal by Betancur-R. *et al.* (2017) for bony fishes and that of Page *et al.* (2013) for cartilaginous fishes. The species in the families are in alphabetical order.

## RESULTS AND DISCUSSION

A list is presented with 80 species of fishes recorded in Bajo Frijol (PNNCP) grouped in 29 families, of which 72 correspond to direct observations, 4 to review of photographic material obtained during the field trips, while the remaining 4 were found in the only unpublished report on biodiversity of mesophotic ecosystems of the area that exists to date (Sánchez *et al.*, 2016), and in the book of abstracts of the V Colombian Congress of Zoology (Hena-Castro *et al.*, 2019). The families with the highest species richness were Labridae with 11 species; Serranidae with 10; Balistidae with 6; Carangidae, Pomacanthidae and Pomacentridae with 5 species each. The other families were represented by no more than 4 species (Table 1).

**Table 1.** Fish species registered in Bajo Frijol in the Corales de Profundidad National National Park. Type of record: OD=direct observation; R1=Sánchez *et al.* (2016); R2=Hena-Castro *et al.* (2019); RF=Photographic record. Abundance: qualitative indicator of abundance based on observations made by two divers by means of the roving diver technique (20 min), which refers to the probability of seeing a species during a dive (adapted from Humann and DeLoach, 2002), where: AB=abundant (at least several sightings of many individuals - at least 50 - can be expected on nearly every dive); VC=very common (at least several sightings can be expected on almost every dive, but not necessarily many individuals); CM=common (sightings are frequent, but not necessarily expected on every dive); OC=occasional (sightings are not unusual, but are not expected on a regular basis); UN=unfrequent (sightings are unusual); RA=rare (sightings are exceptional).

Familia / Family	Especie / Species	Tipo de registro / Type of Record	Abundancia/Abundance
Ginglymostomatidae	<i>Ginglymostoma cirratum</i> (Bonnaterre, 1788)	OD	RA
Carcharhinidae	<i>Carcharhinus cf. falciformis</i> (Poey, 1876)	OD	RA
Muraenidae	<i>Gymnothorax funebris</i> Ranzani, 1839	OD	OC
	<i>Gymnothorax moringa</i> (Cuvier, 1829)	RF	
Synodontidae	<i>Synodus synodus</i> (Linnaeus, 1758)	RF	
Holocentridae	<i>Holocentrus adscensionis</i> (Osbeck, 1765)	OD	CM
	<i>Holocentrus rufus</i> (Walbaum, 1792)	OD	CM
	<i>Myripristis jacobus</i> Cuvier, 1829	OD	CM
Scombridae	<i>Scomberomorus regalis</i> (Bloch, 1793)	OD	UN

Familia / Family	Especie / Species	Tipo de registro / Type of Record	Abundancia/Abundance
Mullidae	<i>Mulloidichthys martinicus</i> (Cuvier, 1829)	OD	CM
	<i>Pseudupeneus maculatus</i> (Bloch, 1793)	OD	CM
Gobiidae	<i>Elacatinus illecebrosus</i> (Böhlke & Robins, 1968)	OD	CM
	<i>Gnatholepis thompsoni</i> Jordan, 1904	OD	CM
Sphyraenidae	<i>Sphyraena barracuda</i> (Edwards, 1771)	OD	OC
Carangidae	<i>Caranx bartholomaei</i> Cuvier, 1833	OD	OC
	<i>Caranx latus</i> Agassiz, 1831	OD	OC
	<i>Caranx ruber</i> (Bloch, 1793)	OD	OC
	<i>Decapterus macarellus</i> (Cuvier, 1833)	OD	UN
	<i>Elagatis bipinnulata</i> (Quoy & Gaimard, 1825)	OD	CM
Coryphaenidae	<i>Coryphaena hippurus</i> Linnaeus, 1758	OD	RA
Echeneidae	<i>Echeneis cf. neucratoides</i> Zuiew, 1789	OD	RA
Bothidae	<i>Bothus cf. maculiferus</i> (Poey, 1860)	RF	
Opistognathidae	<i>Opistognathus aurifrons</i> (Jordan & Thompson, 1905)	OD	UN
Pomacentridae	<i>Chromis cyanea</i> (Poey, 1860)	OD	CM
	<i>Chromis insolata</i> (Cuvier, 1830)	OD	AB
	<i>Chromis multilineata</i> (Guichenot, 1853)	RF	
	<i>Stegastes partitus</i> (Poey, 1868)	OD	AB
	<i>Stegastes planifrons</i> (Cuvier, 1830)	R1	
Malacanthidae	<i>Malacanthus plumieri</i> (Bloch, 1786)	OD	OC
Pomacanthidae	<i>Centropyge argi</i> Woods & Kanazawa, 1951	OD	VC
	<i>Holacanthus ciliaris</i> (Linnaeus, 1758)	OD	CM
	<i>Holacanthus tricolor</i> (Bloch, 1795)	OD	CM
	<i>Pomacanthus arcuatus</i> (Linnaeus, 1758)	OD	CM
	<i>Pomacanthus paru</i> (Bloch, 1787)	OD	CM
Labridae	<i>Bodianus rufus</i> (Linnaeus, 1758)	OD	CM
	<i>Clepticus parrae</i> (Bloch & Schneider, 1801)	OD	AB
	<i>Halichoeres cyanocephalus</i> (Bloch, 1791)	OD	VC
	<i>Halichoeres garnoti</i> (Valenciennes, 1839)	OD	CM
	<i>Halichoeres radiatus</i> (Linnaeus, 1758)	OD	CM
	<i>Scarus guacamaia</i> Cuvier, 1829	R1	
	<i>Scarus iseri</i> (Bloch, 1789)	OD	CM
	<i>Sparisoma atomarium</i> (Poey, 1861)	OD	CM
Labridae	<i>Sparisoma aurofrenatum</i> (Valenciennes, 1840)	OD	OC
	<i>Sparisoma viride</i> (Bonnaterre, 1788)	OD	OC
	<i>Thalassoma bifasciatum</i> (Bloch, 1791)	OD	CM
Chaetodontidae	<i>Chaetodon capistratus</i> Linnaeus, 1758	OD	CM
	<i>Chaetodon ocellatus</i> Bloch, 1787	OD	CM
	<i>Chaetodon sedentarius</i> Poey, 1860	OD	CM
	<i>Chaetodon striatus</i> Linnaeus, 1758	OD	CM
Acanthuridae	<i>Acanthurus chirurgus</i> (Bloch, 1787)	OD	OC
	<i>Acanthurus coeruleus</i> Bloch & Schneider, 1801	OD	CM
	<i>Acanthurus tractus</i> Poey, 1860	OD	CM

Familia / Family	Especie / Species	Tipo de registro / Type of Record	Abundancia/Abundance	
Haemulidae	<i>Haemulon flavolineatum</i> (Desmarest, 1823)	OD	CM	
	<i>Haemulon vittatum</i> (Poey, 1860)	RF		
Lutjanidae	<i>Lutjanus analis</i> (Cuvier, 1828)	OD	CM	
	<i>Lutjanus cyanopterus</i> (Cuvier, 1828)	OD	CM	
	<i>Lutjanus jocu</i> (Bloch & Schneider, 1801)	OD	CM	
Tetraodontidae	<i>Canthigaster rostrata</i> (Bloch, 1786)	OD	VC	
	<i>Canthigaster jamestyleri</i> Moura & Castro, 2002	R2		
Balistidae	<i>Balistes capriscus</i> Gmelin, 1789	OD	CM	
	<i>Balistes vetula</i> Linnaeus, 1758	OD	VC	
	<i>Canthidermis maculata</i> (Bloch, 1786)	R1		
	<i>Canthidermis sufflamen</i> (Mitchill, 1815)	OD	CM	
	<i>Melichthys niger</i> (Bloch, 1786)	OD	CM	
	<i>Xanthichthys ringens</i> (Linnaeus, 1758)	OD	OC	
Monacanthidae	<i>Aluterus scriptus</i> (Osbeck, 1765)	OD	OC	
	<i>Cantherhines macrocerus</i> (Hollard, 1853)	OD	OC	
Cirrhitidae	<i>Amblycirrhitus pinos</i> (Mowbray, 1927)	OD	CM	
Kyphosidae	<i>Kyphosus sectatrix</i> (Linnaeus, 1758)	OD	CM	
	<i>Cephalopholis cruentata</i> (Lacepède, 1802)	OD	VC	
	<i>Cephalopholis fulva</i> (Linnaeus, 1758)	OD	VC	
	<i>Epinephelus striatus</i> (Bloch, 1792)	OD	UN	
	<i>Mycteroperca bonaci</i> (Poey, 1860)	OD	UN	
	<i>Mycteroperca venenosa</i> (Linnaeus, 1758)	OD	OC	
	<i>Serranus annularis</i> (Günther, 1880)	OD	UN	
	<i>Serranus baldwini</i> (Evermann & Marsh, 1899)	OD	VC	
	<i>Serranus tabacarius</i> (Cuvier, 1829)	OD	VC	
	<i>Serranus tigrinus</i> (Bloch, 1790)	OD	VC	
	<i>Serranus tortugarum</i> Longley, 1935	OD	VC	
	Scorpaenidae	<i>Pterois volitans</i> (Linnaeus, 1758)	OD	VC

La comunidad íctica observada corresponde a la biodiversidad conocida en esta zona de la plataforma continental del Caribe colombiano. La mayoría de las especies registradas están incluidas en la lista de 513 especies recopilada por Polanco-Fernández y Acero-Pizarro (2011) para los archipiélagos del Rosario y San Bernardo, con excepción de *Halichoeres cyanocephalus* y *Serranus annularis*, que son nuevos registros para la ecorregión ARCO (Figura 2).

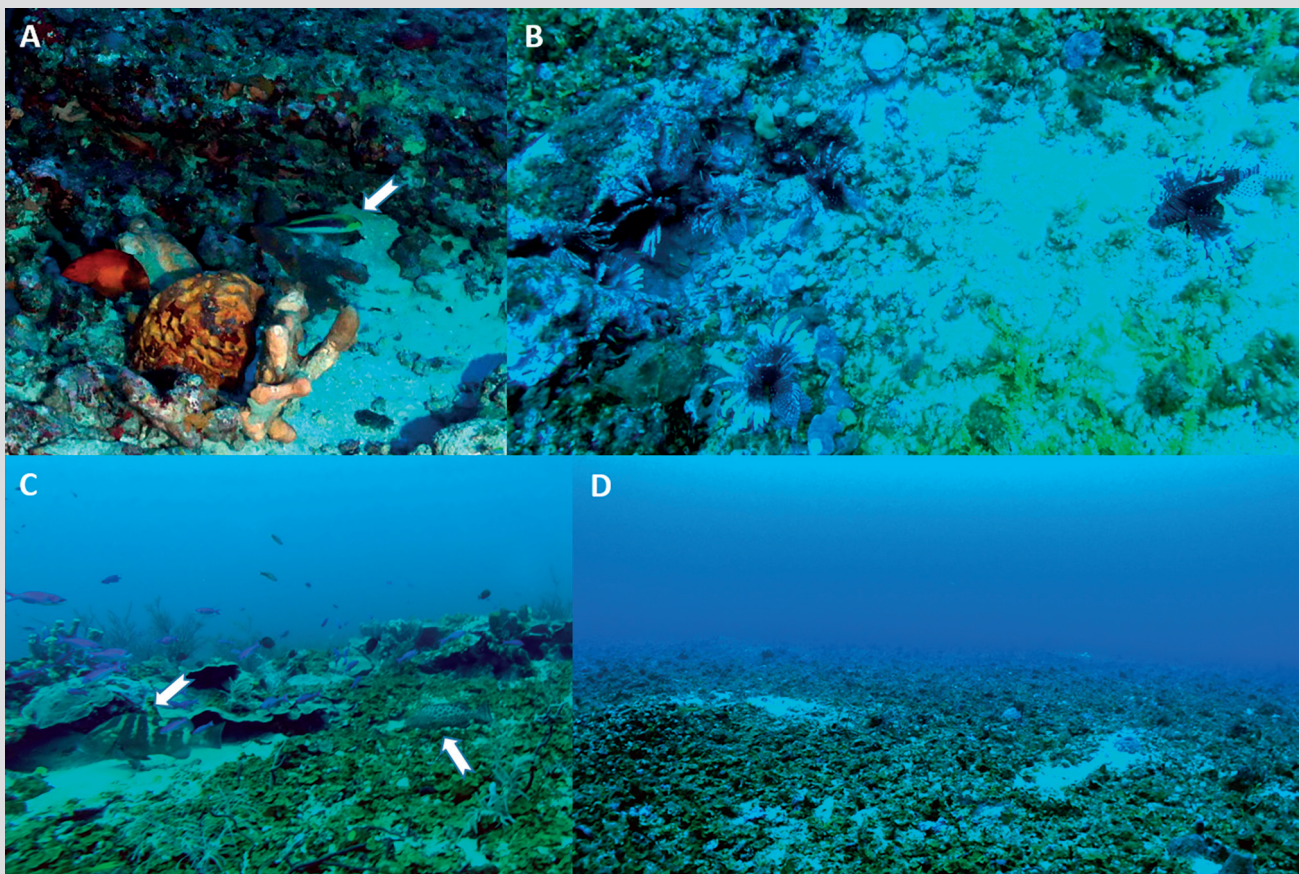
Durante los buceos fue constante la presencia del invasor pez león *Pterois volitans* (VC=muy común). Por lo general, en cada avistamiento se observaron varios individuos (hasta ocho) de talla considerable (hasta 40 cm LT) agregados sobre parches de esponjas y corales (Figura 2). En esos sitios fue común observar peces arrecifales que

The fish community observed corresponds to the known biodiversity in this part of the continental shelf of the Colombian Caribbean. Most of the species recorded are included in the list of 513 species compiled by Polanco-Fernández and Acero-Pizarro (2011) for the Rosario and San Bernardo archipelagos, with the exception of *Halichoeres cyanocephalus* and *Serranus annularis*, which are new records for the ARCO ecoregion (Figure 2).

The presence of the invasive lionfish *Pterois volitans* (VC = very common) was constant during the dives. Generally in each sighting several individuals (up to eight) of considerable size (up to 40 cm LT) aggregated on patches of sponges and corals were observed (Figure 2). In those places it was usual to observe reef fishes that

son presas habituales del pez león en el Caribe colombiano según Acero *et al.* (2019), por ejemplo *Thalassoma bifasciatum*, *Chromis cyanea*, *Acanthurus coeruleus*, *Clepticus parrae*, *Scarus iseri*, entre otros. El pez león fue avistado por primera vez en el Caribe continental colombiano en 2009, y es mencionado por primera vez para el PNNCP por Sánchez y Andrade (2014) en un informe no publicado de las primeras observaciones realizadas por buzos en el área. Un año después el Invemar obtiene imágenes de la especie con un ROV a profundidades alrededor de 100 m en Bajo Frijol y otros sectores del Parque (Alonso *et al.*, 2015). Posteriormente, Henao-Castro *et al.* (2106) resumen el trabajo realizado sobre esa especie invasora en el PNNCP, registrando la presencia de *P. volitans* en 12 sitios con talla promedio de 40 cm LT, incluyendo ambientes mesofóticos y bancos de corales de profundidad hasta 140 m.

are common prey for lionfish in the Colombian Caribbean according to Acero *et al.* (2019), such as *Thalassoma bifasciatum*, *Chromis cyanea*, *Acanthurus coeruleus*, *Clepticus parrae*, *Scarus iseri*, among others. The lionfish was first sighted in the Colombian continental Caribbean in 2009, and is mentioned for the first time in the PNNCP by Sánchez and Andrade (2014) in an unpublished report of the first observations made by divers in the area. One year later, Invemar obtained images of that species using a ROV at depths of around 100 m in Bajo Frijol and other sectors of the Park (Alonso *et al.*, 2015). Subsequently, Henao-Castro *et al.* (2106) summarize the work conducted on that invasive species in the PNNCP, recording the presence of *P. volitans* in 12 sites with an average size of 40 cm LT, including mesophotic ecosystems and deep coral banks up to 140 meters depth.



**Figura 2.** A) *Halichoeres cyanocephalus* registrado en el PNNCP a 50 m de profundidad. B) Agregaciones de hasta ocho peces león se observaron en Bajo Frijol entre 35-50 m de profundidad. C) EL PNNCP provee refugio a especies amenazadas como el mero criollo *Epinephelus striatus* (CR) y la cherna *Mycteroperca venenosa* (VU). D) Fondos de cascajo cubierto con algas, característicos en Bajo Frijol entre 35-50 m de profundidad. Fotos A, B y D por Deibis Seguro (PNNCP); foto C por L. Chasqui.

**Figure 2.** A) *Halichoeres cyanocephalus* recorded in the PNNCP at 50 m depth. B) Aggregations of up to eight lionfish were observed in Bajo Frijol between 35-50 m depth. C) The PNNCP provides refuge for threatened species such as the Nassau grouper *Epinephelus striatus* (CR) and the Yellowfin grouper *Mycteroperca venenosa* (VU). D) Gravel seabeds covered with algae, characteristic in Bajo Frijol between 35-50 m depth. Photos A, B and D by Deibis Seguro (PNNCP); photo C by L. Chasqui.



Andradi-Brown *et al.* (2017) revisaron información sobre abundancia y tamaño del pez león en arrecifes someros y profundos (*i.e.* mesofóticos) con una gran cobertura geográfica, concluyendo que la especie ha colonizado ampliamente los ambientes mesofóticos en el Atlántico occidental, exhibiendo densidades similares a las observadas en arrecifes someros. Ellos proponen que las poblaciones de pez león en ambientes mesofóticos podrían responder por las densidades altas de reclutas de pez león que se observan en arrecifes someros, a pesar del control mediante pesca con arpón realizado por buzos recreativos en esos ambientes; por lo tanto, los ambientes mesofóticos estarían actuando como refugio para las poblaciones de pez león, en ausencia de esfuerzos de control debido a las limitaciones de profundidad (*i.e.* 30 m) del buceo SCUBA recreativo.

Se registró la presencia en el PNNCP de especies amenazadas como la cachua *Balistes vetula* (EN), los pargos *Lutjanus analis* (VU) y *L. cyanopterus* (VU), el mero criollo *Epinephelus striatus* (CR), el tiburón nodriza *Ginglymostoma cirratum* (VU), el tiburón sedoso *Carcharhinus falciformis* (VU), el loro guacamayo *Scarus guacamaia* (EN) y las chernas *Mycteroperca bonaci* (VU) y *M. venenosa* (VU) (Chasqui *et al.* 2017, Resolución Minambiente 1912 de 2017). Esas especies son actualmente infrecuentes en los arrecifes someros de los archipiélagos del Rosario y de San Bernardo, que son las áreas coralinas más cercanas, lo cual sugiere la importancia del Bajo Frijol como sitio de refugio para diferentes especies de peces que sufren una fuerte presión de pesca en áreas costeras más someras (Figura 2).

El papel de los ambientes coralinos mesofóticos, como un refugio clave para la conservación de especies pesqueras como grandes pargos, chernas y meros, entre otros, ha sido señalado en estudios sobre las comunidades de peces asociados a ambientes mesofóticos en Puerto Rico (Bejarano *et al.*, 2014), donde fue evidente la presencia y predominancia de *Lutjanus analis*, *L. bucanella*, *L. cyanopterus*, *L. jocu*, *Mycteroperca bonaci* y *M. venenosa* a profundidades mayores a 40 m. También en Brasil se ha reconocido la importancia de esos ambientes profundos para la conservación de pargos y meros amenazados por la pesca (Feitoza *et al.*, 2005). Gress *et al.* (2016) llegaron a la misma conclusión trabajando en arrecifes mesofóticos en Cozumel, México. Lindfield *et al.* (2016) resaltan la relación de ese efecto refugio particularmente para especies que son blanco de la pesca con arpón en arrecifes, un arte

Andradi-Brown *et al.* (2017) reviewed information on lionfish abundance and size in shallow and deep (*i.e.* mesophotic) reefs with large geographic coverage, concluding that the species has extensively colonized mesophotic ecosystems in the Western Atlantic, exhibiting densities similar to those observed in shallow reefs. They propose that lionfish populations in mesophotic ecosystems could be responsible for the high densities of lionfish recruits observed in shallow reefs, despite the control by spear fishing made by recreational divers in those environments. Thus, mesophotic ecosystems would be acting as a refuge for lionfish populations, in the absence of control efforts due to the depth restrictions (*i.e.* 30 m depth) of recreational SCUBA diving.

Several threatened species were recorded in the PNNCP, such as the Queen triggerfish *Balistes vetula* (EN), the snappers *Lutjanus analis* (VU) and *L. cyanopterus* (VU), the Nassau grouper *Epinephelus striatus* (CR), the nurse shark *Ginglymostoma cirratum* (VU), the silky shark *Carcharhinus falciformis* (VU), the Rainbow parrotfish *Scarus guacamaia* (EN) and the groupers *Mycteroperca bonaci* (VU) and *M. venenosa* (VU) (Chasqui *et al.* 2017, Minambiente Resolution 1912 of 2017). These species are currently infrequent in the shallow reefs of the Rosario and San Bernardo archipelagos, which are the nearest coral areas, suggesting the importance of Bajo Frijol as a refuge for different fish species which suffer heavy fishing pressure in shallower coastal areas (Figure 2).

The role of mesophotic coral environments as a key refuge for the conservation of fishing species such as large snappers and groupers, among others, has been highlighted in studies of fish communities associated with mesophotic ecosystems in Puerto Rico (Bejarano *et al.*, 2014), where the presence and predominance of *Lutjanus analis*, *L. bucanella*, *L. cyanopterus*, *L. jocu*, *Mycteroperca bonaci* and *M. venenosa* at depths greater than 40 m was obvious. The importance of these deep-sea environments for the conservation of snappers and groupers threatened by fishing has also been recognized in Brazil (Feitoza *et al.*, 2005). Gress *et al.* (2016) reached the same conclusion working on mesophotic reefs in Cozumel, Mexico. Lindfield *et al.* (2016) highlight the relationship of this refuge effect in particular for target species of spear fishing on reefs, a fishing gear generally limited to shallow environments because of the restrictions imposed by open circuit SCUBA diving.

Uncommon species in shallow environments such as the Cherubfish *Centropyge argi* and the Yellowcheek

de pesca generalmente limitado a ambientes someros por las restricciones del buceo SCUBA de circuito abierto.

Especies poco comunes en ambientes someros como el ángel pigmeo *Centropyge argi* y la doncella cabeciplateada *Halichoeres cyanocephalus* fueron observadas en todas las inmersiones realizadas y presentaron siempre abundancias elevadas (VC=muy común). Ambas especies fueron incluidas por García-Sais (2010) como parte de un pequeño ensamble de especies indicadoras de hábitats mesofóticos en Puerto Rico, pues fueron registradas únicamente a profundidades mayores a 30 m. La cobertura del fondo predominante en el sitio de estudio podría estar determinando esa abundancia, pues ambas especies están usualmente asociadas a fondos de arena y cascajo (Robertson *et al.*, 2015), que fue similar a lo encontrado en Bajo Frijol, donde la mayor parte del fondo entre 40-60 m de profundidad está dominado por cascajo cubierto de macroalgas y rodolitos (Figura 2).

Por su papel ecológico como fuente de alimento y refugio para diferentes especies de peces, las formaciones coralinas de profundidad han sido reconocidas como sitios de agregación de especies de importancia comercial (Roberts y Hirshfield, 2003). En Florida, por ejemplo, se ha encontrado una estrecha relación entre las especies de interés pesquero y el estado de conservación de colonias coralinas de profundidad (Koenig, 2001). La presencia en Bajo Frijol de un número importante de especies de peces de interés pesquero comúnmente asociadas a arrecifes coralinos someros (Figura 2) señala su importancia como reservorio de fauna, a pesar de no poseer formaciones coralinas desarrolladas, y sugiere su papel como un posible puente entre los arrecifes coralinos someros de los archipiélagos del Rosario y de San Bernardo y los hábitats profundos en esta AMP, entre ellos las formaciones de corales de profundidad (Alonso *et al.*, 2015b).

Finalmente, es importante continuar avanzando en el conocimiento de la ictiofauna del PNNCP en ambientes mesofóticos y profundos, lo que permitirá ampliar la lista de especies conocidas para el área y confirmar la presencia de especies como *Canthidermis maculata*, *Stegastes planifrons* y *Canthigaster jamestyeri*. La primera es una especie rara en el Caribe continental colombiano, registrada recientemente para Colombia únicamente en áreas remotas de la Reserva de Biosfera Seaflower (Bolaños-Cubillos *et al.*, 2015); la segunda es una especie de damisela de arrecifes someros, cuyo ámbito batimétrico conocido no excede 30 m (Robertson *et al.*, 2015). Ambas especies se incluyen aquí

wrasse *Halichoeres cyanocephalus* were observed in all dives and always showed high abundance (VC = very common). Both species were included by García-Sais (2010) as part of a small assemblage of species indicating mesophotic habitats in Puerto Rico, as they were recorded only at depths greater than 30 meters. The predominant coverage of the bottom at the study site may be determining that abundance, since both species are usually associated with sand and gravel seabeds (Robertson *et al.*, 2015), such as the cover found in Bajo Frijol, where most of the bottom between 40-60 m depth is dominated by gravel covered with macroalgae and rhodolith beds (Figure 2).

Because of their ecological role as a source of food and refuge for different fish species, deep-sea coral formations have been recognized as aggregation sites for commercially important species (Roberts and Hirshfield, 2003). In Florida, for example, a close relationship has been found between species of fisheries interest and the conservation status of deep-sea coral colonies (Koenig, 2001). The presence in Bajo Frijol of a significant number of fisheries interest fish species commonly associated with shallow coral reefs (Figure 2) indicates its importance as a wildlife reserve, despite not having developed coral formations. It also suggests the role of Bajo Frijol as a possible stepping-stone between the shallow coral reefs of the Rosario and San Bernardo archipelagos and the deep habitats in this MPA, including deep coral formations (Alonso *et al.*, 2015b).

Finally, it is important to continue making progress in the knowledge of the PNNCP's ichthyofauna in mesophotic and deep environments. This will allow us to expand the species list for the area and confirm the presence of species such as *Canthidermis maculata*, *Stegastes planifrons* and *Canthigaster jamestyeri*. The first is a rare species in the Colombian continental Caribbean, recently recorded for Colombia only in remote areas of the Seaflower Biosphere Reserve (Bolaños-Cubillos *et al.*, 2015); the second is a damselfish from shallow reef, whose known bathymetric range does not exceed 30 m (Robertson *et al.*, 2015). Both species are included here based on the unpublished report by Sánchez *et al.* (2016). *Canthigaster jamestyeri* was recorded by Henao-Castro *et al.* (2019) as one of the three dominant species in their surveys; however, given that this species was not observed during this work and because of its marked similarity to *C. rostrata*, a very common species (VC) in the surveys reported here, it is suggested that this record needs to be corroborated.

a partir del informe no publicado de Sánchez *et al.* (2016). *Canthigaster jamestyeri* fue registrada por Henao-Castro *et al.* (2019) como una de las tres especies dominantes en sus muestreos; sin embargo, dado que esa especie no fue observada durante este trabajo y por su marcada similitud con *C. rostrata*, una especie muy común (VC) en los muestreos aquí consignados, se sugiere la necesidad de corroborar ese registro.

Este trabajo es un aporte al conocimiento de la biodiversidad de peces del Parque Nacional Natural Corales de Profundidad, un área marina protegida declarada recientemente de la cual se conoce poco; además, es uno de los primeros trabajos sobre biodiversidad en ambientes mesofóticos en general para Colombia. La investigación en ambientes mesofóticos es una dinámica frontera del conocimiento en todo el mundo, abierta recientemente por la disponibilidad comercial de tecnologías para el buceo de circuito cerrado, que permite alcanzar profundidades alrededor de 150 con tiempos de fondo adecuados. Los estudios en ambientes mesofóticos durante las últimas tres décadas han rendido una importante cosecha de nuevas especies y ampliado enormemente el conocimiento sobre la biota de arrecifes coralinos en aspectos como ecología, fisiología y biogeografía, una bonanza de la cual Colombia como un país con una economía emergente está llamada a participar activamente.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Invemar por promover el desarrollo de nuevas fronteras de investigación en Colombia al apoyar la capacitación de sus investigadores en diferentes técnicas de muestreo submarino, como el buceo técnico de circuito cerrado. Gracias a Deibis Seguro por el entrenamiento en buceo técnico y por permitir el acceso a su material fotográfico para completar la lista de peces aquí presentada y para ilustrar el manuscrito. Gracias a Arturo Acero quien revisó la primera versión del documento y facilitó literatura usada en la escritura del mismo. Gracias al personal del Parque Nacional Natural Corales de Profundidad por facilitar la logística para el trabajo en el área protegida. Contribución número 1222 del Invemar.

This work is a contribution to the knowledge of fish biodiversity in the Corales de Profundidad Natural National Park, a recently declared Marine Protected Area about which very little we know. It is also one of the first works on biodiversity in mesophotic ecosystems in general for Colombia. Research on mesophotic ecosystems is a dynamic frontier of knowledge around the world, recently unlocked by the commercial availability of technologies for closed circuit diving, which enables us to reach depths of around 150 m with suitable diving times. Studies in mesophotic ecosystem over the last three decades have yielded an important crop of new species and greatly expanded our knowledge about coral reef biota in aspects such as ecology, physiology, and biogeography. This is a boom in which Colombia, as a country with an emerging economy, is called upon to actively participate.

## ACKNOWLEDGEMENTS

The authors thank Invemar for promoting the development of new frontiers of research in Colombia by supporting the training of its researchers in different underwater sampling techniques, such as closed circuit technical diving. Thanks to Deibis Seguro for the training in technical diving and for allowing access to his photographic material to complete the list of fishes presented here and to illustrate the manuscript. Thanks to Arturo Acero who reviewed the first draft of the document and provided literature that was used to write it. Thanks to the staff of the Corales de Profundidad Natural National Park for the logistic support for the work in the protected area. Contribution number 1222 of Invemar.

## BIBLIOGRAFÍA / LITERATURE CITED

- Acero P., A., D. Bustos-Montes, P. Pabón Q., C.J. Polo-Silva and A. Sanjuan M. 2019. Feeding habits of *Pterois volitans*: A real threat to Caribbean coral reef biodiversity. 269-314. In: Makowski, C. y C.W. Finkl (Eds.). Impacts of invasive species on coastal environments. Coastal Research Library, vol 29. Springer, Switzerland. 482 p.
- Alonso, D., M. Vides, C. Cedeño, M. Marrugo, A. Henao, J.A. Sánchez, L. Dueñas, J.C. Andrade, F. González y M. Gómez. 2015a. Parque Nacional Natural Corales de Profundidad: descripción de comunidades coralinas y fauna asociada. Serie de Publicaciones Generales del Inveemar No. 88, Santa Marta. 20 p.
- Alonso, D.A., C. Cedeño-Posso, M. Vides, V. Rocha, D. Morales, M. Bastidas, J.C. Aguirre, L. Chasqui, D. Ballesteros, A. Henao, M. Marrugo, C. Martínez, R. Preziosi y L. Barrios. 2015b. Caracterización de las comunidades coralinas del Parque Nacional Natural Corales de Profundidad en el Caribe colombiano: una aproximación a la conservación de su biodiversidad. Informe Técnico Final. Inveemar, PNN, U. Manchester y ANH. Convenio Interinstitucional 291-14 Inveemar y Agencia Nacional de Hidrocarburos, Santa Marta. 215 p.
- Alonso, D.A., C. Cedeño-Posso, M.A. Garrido, D. Ballesteros, V. Yepes y V. Rocha. 2017. Mapeo de la distribución del ensamblaje de *Madracis* spp., en el Parque Nacional Natural Corales de Profundidad. Informe técnico final. Inveemar, Santa Marta. 60 p.
- Andradi-Brown, D.A., M.J.A. Vermeij, M. Slattery, M. Lesser, I. Bejarano, R. Appeldoorn, G. Goodbody-Gringley, A.D. Chequer, J.M. Pitt, C. Eddy, S.R. Smith, E. Brokovich, H.T. Pinheiro, M.E. Jessup, B. Shepherd, L.A. Rocha, J. Curtis-Quick, G. Eyal, T.J. Noyes, A.D. Rogers and D.A. Exton. 2017. Large-scale invasion of western Atlantic mesophotic reefs by lionfish potentially undermines culling-based management. *Biol. Inv.*, 19(3): 939-954.
- Bejarano, I., R.S. Appeldoorn and M. Nemeth. 2014. Fishes associated with mesophotic coral ecosystems in La Parguera, Puerto Rico. *Coral Reefs*, 33: 313-328.
- Betancur-R., R., E.O. Wiley, G. Arratia, A. Acero, N. Bailly, M. Miya, G. Lecointre and G. Ortí. 2017. Phylogenetic classification of bony fishes. *BMC Evol. Biol.*, 17: 162.
- Bolaños-Cubillos, N., A. Abril-Howard, H. Bent-Hooker, J.P. Caldas y A. Acero P. 2015. Lista de peces conocidos del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, Reserva de Biosfera Seaflower, Caribe occidental colombiano. *Bol. Invest. Mar. Cost.*, 44(1): 127-162.
- Bustos-Montes, D., J. Viana-Tous, A. Acero P., E.R. Pardo, M. Garrido, M. Rueda y D. Alonso. 2013. Registro de un mero negro adulto, *Hyporhodus nigrilus* (Perciformes: Epinephelidae), en un arrecife profundo del Caribe colombiano. *Bol. Invest. Mar. Cost.*, 42(2): 413-419.
- Chasqui V., L., A. Polanco F., A. Acero P., P.A. Mejía-Falla, A. Navia, L.A. Zapata y J.P. Caldas (Eds.). 2017. Libro rojo de peces marinos de Colombia. Inveemar, MADS. Serie de Publicaciones Generales de INVEMAR # 93. Santa Marta. 552 p.
- Duque-Caro, H. 1979. Major structural elements and evolution of northwestern Colombia. *Am. As. Petr. Geol. Mem.*, 29: 329-351.
- Feitoza, B.M., R.S. Rosa and L.A. Rocha. 2005. Ecology and zoogeography of deep-reef fishes in northeastern Brazil. *Bull. Mar. Sci.*, 76(3): 725-742.
- Fricke, R., W.N. Eschmeyer and R. van der Laan (Eds.). 2018. Catalog of fishes: genera, species, references. <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>. 26/10/2018.
- García-Sais, J.R. 2010. Reef habitats and associated sessile-benthic and fish assemblages across a euphotic-mesophotic depth gradient in Isla Desecheo, Puerto Rico. *Coral Reefs*, 29: 277-288.
- Gress, E., M. Arroyo-Gerez, G. Wright and D.A. Andradi-Brown. 2016. Mesophotic coral ecosystems (MCEs) act as deep reef refuges for fish populations in Cozumel, Mexico. *Proc. 69<sup>th</sup> Gulf Caribb. Fish. Inst.*, 85-86.
- Henao-Castro, A., M. Marrugo y M.P. Molina. 2016. Invasión del pez león (*Pterois volitans*) en ecosistemas profundos del Caribe colombiano: Parque Nacional Natural Corales de Profundidad. *La Timonera*, 25: 61-63.
- Henao-Castro, A., M. Rojas, M.P. Marrugo-Pascuales, M.P. Molina, M.J. Sanabria, L. Barrios y R. Preziosi. 2019. Estudio preliminar del ensamble de peces mesofóticos como herramienta para el monitoreo del Parque Nacional Natural Corales de Profundidad. 99. En: Asociación Colombiana de Zoología, Resúmenes V Congreso Colombiano de Zoología. <http://vccz.aczcolombia.org/wp-content/uploads/2019/02/resumenes.pdf>
- Humann, P. and N. Deloach. 2002. Reef fish identification - Florida, Caribbean, Bahamas. 3<sup>rd</sup> Ed. New World Publications, Jacksonville. 481 p.
- Inveemar. 2010. Biodiversidad del margen continental del Caribe colombiano. Serie de Publicaciones Especiales, Inveemar No. 20. 458 p.
- Koenig, C.C. 2001. *Oculina* banks: habitat, fish populations, restoration, and enforcement. Report to the South Pacific Fishery Management Council..
- Lindfield, S.J., E.S. Harvey, A.R. Halford and J.L. McIlwain. 2016. Mesophotic depths as refuge areas for fishery-targeted species on coral reefs. *Coral Reefs*, 35(1): 125-137.
- Morales G., D.F., V.L. Rocha y B.O. Posada. 2017. Geomorfología de los fondos submarinos del Parque Nacional Natural Corales de Profundidad, mar Caribe colombiano. *Bol. Invest. Mar. Cost.*, 46(2): 73-90.
- Page, L.M., H. Espinosa-Pérez, L.T. Findley, C.R. Gilbert, R.N. Lea, N.E. Mandrak, R.L. Mayden y J.S. Nelson. 2013. Common and scientific names of fishes from the United States, Canada and Mexico. 7<sup>th</sup> edition. *Am. Fish. Soc. Spe. Pub.* 34. 243 p.



- Polanco-Fernández, A. y A. Acero-Pizarro. 2011. Peces. 226-245. En: Zarza-González, E. (Ed.). El entorno ambiental del Parque Nacional Natural Corales del Rosario y de San Bernardo. Parques Nacionales Naturales de Colombia, Cartagena. 416 p.
- Puglise, K.A., L.M. Hinderstein, J.C.A. Marr, M.J. Dowgiallo and F.A. Martínez. 2009. Mesophotic coral ecosystems research strategy: international workshop to prioritize research and management needs for mesophotic coral ecosystems, Jupiter, Florida, 12-15 July 2008. Silver Spring, MD: NOAA National Centers for Coastal Ocean Science, Center for Sponsored Coastal Ocean Research, and Office of Ocean Exploration and Research, NOAA Undersea Research Program. NOAA Tech. Mem. NOS NCCOS 98 and OAR OER 2. 24 p.
- Pyle, R.L., J.L. Earle and B.D. Greene. 2008. Five new species of the damselfish genus *Chromis* (Perciformes: Labroidae: Pomacentridae) from deep coral reefs in the tropical western Pacific. *Zootaxa*, 1671: 3–31.
- Reyes, J., N. Santodomingo, A. Gracia, G. Borrero-Pérez, G. Navas, L.M. Mejía-Ladino, A. Bermúdez and M. Benavides. 2005. Southern Caribbean azooxanthellate coral communities off Colombia. 309-330. In: Freiwald, A. and J.M. Roberts (Eds.). Cold-water corals and ecosystems. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg. 1243 p.
- Roberts, S. and M. Hirshfield. 2003. Deep-sea corals: out of sight, but no longer out of mind. *Front. Ecol. Environ.*, 2(3): 123-130.
- Robertson, D.R., E.A. Peña, J.M. Posada y R. Claro. 2015. Peces costeros del Gran Caribe: sistema de información en línea. Versión 1.0 Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, Balboa, República de Panamá.
- Rocha, L.A., D.R. Robertson, J. Roman and B.W. Bowen. 2005. Ecological speciation in tropical reef fishes. *Proc. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci.*, 272: 573-579.
- Sánchez, A. y J. Andrade. 2014. Informe de las primeras observaciones realizadas mediante buceo de circuito cerrado “rebreather” (CCR) en el PNN Corales de Profundidad, Caribe colombiano. 7 p.
- Sánchez, J.A., L.F. Dueñas, F. González, M. Gómez y J. Andrade. 2016. Primeras exploraciones en los arrecifes mesofóticos del PNN Corales de Profundidad mediante recirculadores (CCR-Trimix), Caribe colombiano. Informe técnico. Biomar, Univ. Andes, Bogotá. 24 p.
- Sinniger, F., D.L. Ballantine, I. Bejarano, P.L. Colin, X. Pochon, S.A. Pomponi, K.A. Puglise, R.L. Pyle, M.L. Reaka, H.L. Spalding and E. Weil. 2016. Biodiversity of mesophotic coral ecosystems. 50-62. In: Baker, E.K., K.A. Puglise and P.T. Harris (Eds.). Mesophotic coral ecosystems – A lifeboat for coral reefs? The United Nations Environment Programme and GRID-Arendal, Nairobi and Arendal, 98 p.

**RECIBIDO / RECEIVED:** 13/02/2019

**ACEPTADO / ACCEPTED:** 10/05/2019