

NOTAS SOBRE LA REPRODUCCIÓN, MORFOLOGÍA Y ECOLOGÍA DE *Pareques acuminatus* (TELEOSTEI: SCIAENIDAE), EN LA REGIÓN DE SANTA MARTA, CARIBE COLOMBIANO

Notes on the reproduction, morphology and ecology of *Pareques acuminatus* (Teleostei: Sciaenidae), in the region of Santa Marta, Colombian Caribbean

Yesica DE LA ROSA¹, Arturo ACERO P.^{1,2}, Rocío GARCÍA-URUEÑA¹*

¹Facultad de Ciencias Básicas, Universidad del Magdalena, Carrera 32 No 22-09, Santa Marta, Colombia

²Instituto de Estudios en Ciencias del Mar. CECIMAR, Universidad Nacional de Colombia, El Rodadero, Santa Marta, Colombia

*For correspondence: rgarciau@unimagdalena.edu.co

Received: 20th March 2019, Returned for revision: 28th June 2019, Accepted: 13th January 2020.

Associate Editor: Santiago Gaviria Melo.

Citation/Citar este artículo como: De La Rosa Y, Acero P A, García-Urueña R. Notas sobre la reproducción, morfología y ecología de *Pareques acuminatus* (Teleostei: Sciaenidae), en la región de Santa Marta, Caribe colombiano. Acta Biol Colomb. 2020;25(3):374-385. Doi: <http://dx.doi.org/10.15446/abc.v25n3.78602>

RESUMEN

Pareques acuminatus (familia Sciaenidae) es una especie carnívora de tamaño pequeño, que se distribuye en el Atlántico occidental entre Carolina del Norte y Bermudas hasta Brasil. Los estudios sobre la biología y ecología de *P. acuminatus* son escasos y en Colombia no se han realizados trabajos concernientes a la especie. El propósito de este estudio fue conocer aspectos de reproducción, morfología y ecología con el fin de ampliar su conocimiento en el Caribe colombiano. Entre 2017 y 2018 se realizaron capturas en cinco localidades por medio de buceo libre y se realizaron censos visuales del hábitat donde fue observada. Se evaluó la morfometría y merística, se identificaron las fases reproductivas y se estimó la fecundidad parcial mediante el método gravimétrico. Un total de 85 individuos fueron recolectados con una LT entre 33 y 185 mm (123,7±36,3 mm) siendo más frecuentes aquellos entre 121-142 mm (42 %) seguidos de los de 143-164 mm (20 %). Se distinguieron 39 hembras, 34 machos y 12 juveniles indeterminados debido a su pequeño tamaño. La talla de las hembras maduras fue a partir de una LT de 118 mm, siendo una especie asincrónica con dos fases reproductivas (en desarrollo y con capacidad de desove). La fecundidad parcial estimada fue de 8744 ± 3900 oocitos y la fecundidad relativa con relación a la talla fue de 64,15 ± 25,51 oocitos/mm, con un diámetro de 0,53 ± 0,04 mm. *Pareques acuminatus* es una especie típica de hábitats arrecifales someros y se encontró en conjunto con *Myripristis jacobus*, *Canthigaster rostrata*, *Haemulon steindachneri*, *H. flavolineatum*, *Stegastes partitus* y *Chromis multilineata*, que fueron las especies comunes en todas las localidades.

Palabras clave: merística, morfometría, peces arrecifales, esciénido.

ABSTRACT

The highhat, *Pareques acuminatus*, is a carnivorous, small sized species, with distribution in the western Atlantic from North Carolina and Bermuda to Brazil. Studies on the biology and ecology of *P. acuminatus* are scarce and in Colombia no work has been done concerning this specie. For this reason, this study focused on knowing the biology of this sciaenid and determining ecological aspects in order to expand its knowledge in the Colombian Caribbean. Captures of the highhat were made by free diving between 2017 and 2018 and visual fish censuses were taken on the habitat where it was observed between 2017 and 2018. The morphometrics and meristics were taken, the reproductive phases identified, and the partial fecundity estimated by the gravimetric method. A total of 85 individuals were collected with a TL between 33 and 185 mm (123.7 ± 36.3 mm) with individuals between 121-142 mm (42 %) as the more frequent, followed by 143-164 mm (20 %). There were 39 females, 34 males and 12 indeterminate juvenile specimens. Females reach mature state with 118 mm TL, being an asynchronous species, with two reproductive phases (phase in development and phase capable of spawning). The estimated partial fecundity was 8744 ± 3900 oocytes, and the relative fecundity in relation to size was 64.15 ± 25.51 oocytes/mm with a diameter of 0.53 ± 0.04 mm. The highhat is a typical specie of shallow reef habitats, and was found mainly accompanied by *Myripristis jacobus*, *Canthigaster rostrata*, *Haemulon steindachneri*, *H. flavolineatum*, *Stegastes partitus* and *Chromis multilineata* between 2017 and 2018.

Keywords: drum, meristics, morphometry, reef fish, sciaenid.

INTRODUCCIÓN

Los arrecifes de coral suministran una gran diversidad de hábitats para muchas especies, siendo los peces uno de los grupos más variados. El ciclo de vida completo de estas especies tiene lugar en dichos arrecifes, donde encuentran lugares de reproducción, alimentación, crianza y refugio (Mumby *et al.*, 2004). Sin embargo, los peces arrecifales se han visto amenazados por factores naturales y antropogénicos como el cambio climático, la acidificación, los cambios del nivel del mar, enfermedades, tormentas, la sobreexplotación de recursos y las prácticas de pesca inapropiadas (Pet-Soede *et al.*, 1999; Veron *et al.*, 2009). Es importante conocer la dinámica reproductiva de las comunidades ícticas asociadas a los sistemas arrecifales, ya que ayuda a comprender su funcionamiento ecológico y biológico. Además, la dinámica reproductiva se ha utilizado para describir y determinar cambios evolutivos como crecimiento, tamaño, comportamiento, identificación entre especies y diferenciación entre machos y hembras (Francis, 2006).

La familia Sciaenidae es de importancia comercial y deportiva, habita en los arrecifes coralinos y tiene una amplia distribución (Bannikov *et al.*, 2009). La familia está compuesta por diez subfamilias, 67 géneros y 283 especies aproximadamente (Nelson *et al.*, 2016). Los esciéndidos o corvinas se caracterizan por emitir diferentes sonidos gracias a músculos que accionan la vejiga gaseosa para que funcione como cámara de resonancia, por lo que también son llamados tambores (Bannikov *et al.*, 2009; Santos *et al.*, 2013). Son habitantes frecuentes de los arrecifes, donde reposan en el día y migran a zonas adyacentes para alimentarse en la noche (Krumme, 2009).

El género *Pareques* Gill 1876 está ampliamente distribuido en América tropical con siete especies (Castro *et al.*, 1999; Robertson *et al.*, 2015; Nelson *et al.*, 2016), de las cuales *P. acuminatus* (Bloch y Schneider 1801) es un representante en los arrecifes del Caribe colombiano (Polanco *et al.*, 2011). *Pareques acuminatus* se encuentra en la lista roja de especies amenazadas en categoría LC (baja preocupación) (Chao *et al.*, 2015).

Pareques acuminatus es una especie carnívora de tamaño pequeño (23 cm), que se alimenta de invertebrados móviles como braquiuros, generalmente xánthidos y fauna constituyente de pastos marinos; habitualmente se encuentra en aguas claras y someras con un ámbito de profundidad hasta 70 m (Hernández *et al.*, 2007; Dubiaski-Silva y Masunari, 2008; Simón *et al.*, 2016). Se puede observar en formaciones coralinas y rocosas asociadas con *Sargassum cymosum*, formando grupos pequeños en la base de tales complejos estructurales (Accioly y Molina, 2008; Dubiaski-Silva y Masunari, 2008; Honorio *et al.*, 2010).

Los estudios sobre la biología y la ecología de *P. acuminatus* son escasos, así como sobre su importancia en el ecosistema arrecifal. En Colombia no se han realizado trabajos concernientes a la especie, por lo cual se pretende

ampliar el conocimiento biológico y conocer algunos aspectos ecológicos de los hábitats arrecifales de la región de Santa Marta, así como aportar al acervo informativo sobre los peces arrecifales del Caribe colombiano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de Estudio

Entre marzo de 2017 y abril de 2018 se realizaron 15 visitas a los arrecifes de cinco localidades. El Banco de las Ánimas se localiza en la plataforma continental del Golfo de Salamanca, al norte de la Ciénaga Grande de Santa Marta (11°07'N, 74°31'W), con profundidades entre 15 y 50 m (Bula-Meyery Díaz-Pulido, 1995); Playa Blanca está a 4,5 km de El Rodadero (11°21'N, 74°24'W) en la bahía de Gaira y se caracteriza por presentar un oleaje leve o moderado (Herrera, 2010); la bahía de Taganga (11°26'N, 74°20'W) presenta una gran diversidad de formaciones coralinas de fondos arenosos (Agenda Caribe, 2006); la ensenada de Granate, ubicada en el Parque Natural Nacional Tayrona (PNNT) (11°29'N, 74°19'W), tiene un desarrollo coralino con una profundidad entre 5 y 24 m (Garzón y Cano, 1991); isla Aguja, también en el PNNT (11°31' N, 74°20' W), posee un sustrato coralino rocoso con profundidades hasta 40-45 m (Botero, 1987).

Censo de especies en cada localidad

Se empleó el método de evaluación visual cronometrada según Caldwell *et al.* (2016). Inicialmente, en cada localidad un observador realizó un censo visual por 30 min alrededor de cada formación arrecifal. Adicionalmente, se registraron por fotografías y videos las especies de peces dentro del arrecife donde *P. acuminatus* estuvo presente. La captura de los especímenes se realizó por pescadores artesanales mediante redes de mano y luego se depositaron en bolsas plásticas y se refrigeraron para su conservación y transporte al laboratorio. Los registros de video y fotografías se analizaron para determinar las preferencias de hábitat de *P. acuminatus*, para lo cual se describieron las características de los lugares donde se observó la especie.

Morfometría y Merística

Se realizó la caracterización de cada individuo con la metodología recomendada por González *et al.* (2011). Se tomaron 28 medidas de cada ejemplar, pero para el análisis comparativo se consideraron solo diez, de acuerdo con lo registrado por Cervigón (1991): Longitud de las aletas pélvicas (L.A.Pe), Longitud de la cabeza (L.C), Diámetro del ojo (D.O), Longitud interorbital (L.I.O), Altura del cuerpo (A.C), Altura del pedúnculo caudal (A.P.C), Longitud del pedúnculo caudal (L.P.C), Longitud de la aleta pectoral

(L.A.P), Longitud de la mandíbula (L.M) y Longitud del rostro (L.R). Los datos se presentan en porcentajes de la longitud estándar (LS). Además, se tomó el peso total (PT) de cada individuo en una balanza analítica (Ohaus Pioneer, precisión de 0,001 gr). En la merística se tomaron ocho conteos, cinco de los cuales se compararon igualmente con Cervigón (1991). Se incluyó el conteo de las branquiespinas, para lo cual se extrajeron los arcos branquiales de cada pez y se colocaron en una caja de Petri para separar y enumerar tales elementos.

Con los datos se obtuvieron valores de frecuencia y se realizaron los estadísticos descriptivos (promedio, desviación estándar, máximo y mínimo). Se realizaron histogramas de frecuencia de tallas de los machos, hembras e indeterminados y se establecieron siete intervalos de clases.

Sexo y estado de maduración gonadal

Para el análisis de las muestras se siguió la metodología recomendada por Camacho (2011) y Lucano-Ramírez *et al.* (2011), que consiste en hacer la disección de los ejemplares y retirar las gónadas. Se identificó el sexo y el estado de madurez gonadal a nivel macroscópico, de acuerdo con el método propuesto por Vegas (1987), en el que se distinguen los machos y las hembras en cuatro estadios de desarrollo gonadal. Luego se tomó el peso de las gónadas y se preservaron en formol neutralizado al 10 % para su posterior procesamiento histológico.

Para la identificación de las fases reproductivas se extrajo la gónada derecha del pez, se utilizó una porción de la parte anterior de la muestra y se le realizó un corte transversal. Posteriormente estos cortes se introdujeron en rejillas histológicas para su procesamiento. Para la fase histológica se identificaron las fases reproductivas de las gónadas a partir de fotografías y para la descripción se siguieron los criterios recomendados por Brown-Peterson *et al.* (2011).

Para la estimación de la fecundidad se extrajo una submuestra de la gónada izquierda y se realizó un corte transversal, el cual se estandarizó para todos los ejemplares a una porción de 0,12 g. Se llevó a cabo siguiendo los métodos gravimétricos (Holden y Raitt, 1974) y de análisis de imágenes descritos por Kilbansky y Juanes (2008). Para la separación de los oocitos se utilizó NaCl al 1 % (Vieira *et al.*, 1999) y se dejaron 30 min para su separación. Luego se lavaron con agua destilada y se utilizó un tamiz de 75 μ m donde estos se retuvieron y se colocaron sobre papel filtro. Posteriormente, se vaciaron sobre una placa Bogorov en la que se limpiaron y se separaron bajo un estereoscopio. Finalmente, se fotografiaron bajo microscopio para contarse y medirse con el programa Image J.

Se tomó la longitud total, el peso de los ejemplares, el peso de la gónada, el peso de la submuestra y el número y diámetro de los oocitos. Se estimó la fecundidad parcial y la fecundidad relativa de cada hembra madura y se calculó

el índice gonadosomático, relacionado con la madurez gonadal. Para la estimación del diámetro de los oocitos, se midió la longitud del diámetro mayor y menor de cada uno por medio del programa Image J y se empleó la ecuación propuesta por Camacho (2011).

La fecundidad parcial se estimó con la ecuación propuesta por Lucano-Ramírez *et al.* (2005):

$$F = (No * PG) / PM$$

No es el número de ovocitos en una muestra de la gónada, PG es el peso de la gónada y PM el peso de la muestra gonadal (0,12 g). La fecundidad relativa con respecto a la talla se obtuvo dividiendo la fecundidad parcial ya calculada por la LT del pez. Se realizaron análisis de correlación entre la fecundidad parcial con las variables LT, peso total y peso gonadal.

El índice gonadosomático (IGS) se estimó según lo propuesto por Rosenblum *et al.* (1987) y Rodríguez (1992):

$$IGS = \frac{W_g}{W_t} \times 100$$

W_g es el peso de la gónada y W_t es el peso total del ejemplar.

RESULTADOS

Especies acompañantes

Para las localidades estudiadas donde *P. acuminatus* estuvo presente, se observaron en total 53 especies de peces (Tabla 1). La riqueza de especies acompañantes fue baja en Taganga (cinco especies) y Granate (18 especies), seguida por Playa Blanca (21 especies) e Isla Aguja (22 especies), mientras que en el banco de las Ánimas se observaron 40 especies acompañantes. Las familias con mayor presencia fueron: Haemulidae (diez especies), Pomacentridae (ocho), Holocentridae (cuatro) y Chaetodontidae (cuatro). Las especies *Myripristis jacobus* Cuvier, 1829, *Canthigaster rostrata* (Bloch, 1786), *Haemulon flavolineatum* (Desmarest, 1823), *Haemulon steindachneri* (Jordan y Gilbert, 1882), *Stegastes partitus* (Poey, 1868) y *Chromis multilineata* (Guichenot, 1853) fueron comunes en todas las localidades.

Morfometría y Merística

De los 85 especímenes de *P. acuminatus* recolectados de acuerdo con la longitud estándar (LS), 73 fueron adultos y 12 juveniles. De los adultos, 59 ejemplares presentaron longitud estándar (LS) entre 102 y 154 mm, longitud total (LT) entre 116 y 176 mm y longitud horquilla (LH) entre 114 y 173 mm (Tabla 2). Los juveniles presentaron amplitudes de LS de 28 a 55 mm, de LT de 33 a 66 mm y de LH de 31 a 61 mm (Tabla 2).

Tabla 1. Especies acompañantes asociadas a *Pareques acuminatus* en los diferentes sitios de muestreo.

Familia	Especie	B. de las Ánimas	Playa Blanca	Isla Aguja	Granate	Taganga
Sciaenidae	<i>Equetus punctatus</i> (Bloch & Schneider, 1801)		x	x		
	<i>Pareques acuminatus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	x	x	x	x	x
	<i>Odontoscion dentex</i> (Cuvier, 1830)	x				
Labridae	<i>Bodianus rufus</i> (Linnaeus, 1758)	x	x	x	x	
	<i>Halichoeres garnoti</i> (Valenciennes, 1839)	x		x		
	<i>Thalassoma bifasciatum</i> (Bloch, 1791)	x	x	x		
Holocentridae	<i>Myripristis jacobus</i> Cuvier, 1829	x	x	x	x	x
	<i>Holocentrus rufus</i> (Walbaum, 1792)		x			
	<i>Holocentrus adscensionis</i> (Osbeck, 1765)	x		x	x	
	<i>Canthigaster rostrata</i> (Bloch, 1786)	x	x	x	x	x
Haemulidae	<i>Anisotremus surinamensis</i> (Bloch, 1791)	x				
	<i>A. virginicus</i> (Linnaeus, 1758)	x				
	<i>Haemulon macrostomum</i> Günther, 1859	x				
	<i>H. aurolineatum</i> Cuvier, 1830	x				
	<i>H. flavolineatum</i> (Gilbert, 1882)	x	x	x	x	x
		x	x	x	x	x
	<i>H. plumierii</i> (Lacepède, 1801)	x			x	
	<i>H. melanurum</i> (Linnaeus, 1758)				x	
	<i>H. sciurus</i> (Shaw, 1803)	x				
<i>Brachygenys chrysargyreum</i> Günther, 1859		x	x	x		
Pomacentridae	<i>Stegastes partitus</i> (Poey, 1868)	x	x	x		
	<i>S. adustus</i> (Troschel, 1865)	x				
	<i>S. planifrons</i> (Cuvier, 1830)		x			
	<i>Abudefduf saxatilis</i> (Linnaeus, 1758)		x			
	<i>A. taurus</i> (Müller & Troschel, 1848)		x			
	<i>Chromis multilineata</i> (Guichenot, 1853)		x	x	x	
	<i>C. cyanea</i> (Poey, 1860)		x	x		
<i>Microspathodon chrysurus</i> (Cuvier, 1830)				x		
Priacanthidae	<i>Heteropriacanthus cruentatus</i> (Lacepède, 1801)			x		
	<i>Priacanthus arenatus</i> Cuvier, 1829	x				
Scaridae	<i>Sparisoma aurofrenatum</i> (Valenciennes, 1840)				x	x
	<i>Scarus vetula</i> Bloch & Schneider, 1801	x		x	x	
Monacanthidae	<i>Cantherhines macrocerus</i> (Hollard, 1853)	x	x			
	<i>C. pullus</i> (Ranzani, 1842)	x				
Scorpaenidae	<i>Pterois volitans</i> (Linnaeus, 1758)	x	x	x		

(Continúa)

Tabla 1. Especies acompañantes asociadas a *Pareques acuminatus* en los diferentes sitios de muestreo.

Familia	Especie	B. de las Ánimas	Playa Blanca	Isla Aguja	Granate	Taganga
Pomacanthidae	<i>Pomacanthus paru</i> (Bloch, 1787)	x	x	x	x	
	<i>Holacanthus tricolor</i> (Bloch, 1795)	x				
	<i>H. ciliaris</i> (Linnaeus, 1758)	x			x	
Acanthuridae	<i>Acanthurus tractus</i> Poey, 1860	x	x		x	
	<i>A. coeruleus</i> Bloch & Schneider, 1801	x			x	
	<i>A. chirurgus</i> (Bloch, 1787)	x				
Ostraciidae	<i>Lactophrys triqueter</i> (Linnaeus, 1758)	x			x	
Serranidae	<i>Cephalopholis cruentata</i> (Lacepède, 1802)	x	x	x		
	<i>Diplectrum</i> sp	x				
Chaetodontidae	<i>Chaetodon sedentarius</i> Poey, 1860	x	x			
	<i>C. ocellatus</i> Bloch, 1787	x				
	<i>C. striatus</i> Linnaeus, 1758	x				
	<i>C. capistratus</i> Linnaeus, 1758	x		x		
Mullidae	<i>Mulloidichthys martinicus</i> (Cuvier, 1829)			x	x	
	<i>Pseudupeneus maculatus</i> (Bloch, 1793)	x		x		
Lutjanidae	<i>Lutjanus apodus</i> (Walbaum, 1792)	x				
	<i>L. synagris</i> (Linnaeus, 1758)	x				
	<i>L. jocu</i> (Bloch & Schneider, 1801)	x				
Muraenidae	<i>Gymnothorax funebris</i> Ranzani, 1839	x				
Total Especies		41	22	23	19	6

La merística se evaluó en los individuos adultos (n=73) y se registra en la Tabla 3. Sin embargo, con propósitos comparativos solo se consideraron los cinco caracteres definidos por Cervigón (1991); se describe la frecuencia de los radios de la segunda aleta dorsal, la aleta anal, de la aleta pectoral, el número de branquiespinas de la rama superior y el de la rama inferior (Tabla 3). Para los juveniles se analizaron aquellos entre 28 y 55 mm de LS con los mismos caracteres medidos en los adultos (Tabla 3). Se observan ciertas diferencias menores en los valores modales de los contajes de la aleta dorsal y de branquiespinas, las cuales podrían indicar diferencias poblacionales que deberán ser exploradas en el futuro.

Aspectos reproductivos

Para la determinación del sexo y del estado gonadal se observaron las gónadas de 73 individuos. Se encontraron 39 hembras en los distintos estados de desarrollo, con una mayor abundancia del estadio III de maduración (n=17) y con variaciones en la talla entre 113 y 176 mm,

con un promedio de $138,1 \pm 15,8$ mm. Para los machos se encontraron 34 individuos; el estadio II fue el más abundante (n=17) y la talla varió entre 78 y 183 mm, con un promedio de $139,8 \pm 26,1$ mm. No fue posible identificar el sexo de 12 especímenes. Con respecto a la talla, se encontró un mayor número de hembras en tallas intermedias. Entre los seis individuos de mayor talla (165-186 mm) cuatro fueron machos y dos hembras y entre los individuos pequeños (77-98 mm) solo se encontraron machos.

Los ovarios de *P. acuminatus* se identificaron como dos lóbulos alargados, generalmente de igual tamaño, localizados a cada lado del cuerpo en la cavidad abdominal y recubiertos por una membrana que los separa de los demás órganos. El tamaño y la coloración cambiaron según los diferentes estados de madurez. El análisis histológico indicó que presentan desarrollo ovocitario asincrónico, dado que contienen ovocitos en distintas etapas de desarrollo. Se identificaron dos fases reproductivas en las hembras analizadas: fase en desarrollo y fase capaz de desove.

La fase en desarrollo correspondió a una hembra con la gónada en estado III de madurez. En este estado se observan

Tabla 2. Estadística descriptiva y datos expresados en porcentajes de LS en adultos y juveniles de *P. acuminatus* (mm). Longitud de las aletas pélvicas (L.A.Pe), Longitud de la cabeza (L.C), Diámetro del ojo (D.O), Longitud interorbital (L.I.O), Altura del cuerpo (A.C), Altura del pedúnculo caudal (A.P.C), Longitud del pedúnculo caudal (L.P.C), Longitud de la aleta pectoral (L.A.P), Longitud de la mandíbula (L.M) y Longitud del rostro (L.R).

Morfometría	Este estudio (Adultos)			Cervigón (1991)	Juveniles		
	Mínimo	Máximo	Promedio (LS)	Ámbitos (LS)	Mínimo	Máximo	Promedio (LS)
L.A.Pe	19,4	24,1	22,0	21,8 – 25,0	18,2	29,0	23,6
L.C	29,0	35,0	31,0	33,0 – 36,1	25,0	35,6	32,3
D.O	7,4	9,8	8,7	7,9 – 9,5	8,3	19,4	11,0
L.I.O	6,6	9,1	7,7	7,7 – 8,6	6,3	16,1	9,4
A.C	31,6	38,3	34,2	35,7 – 39,0	17,9	27,3	23,3
A.P.C	8,2	10,4	9,0	9,0 – 10,5	6,5	10,0	8,2
L.P.C	21,0	28,0	23,0	23,8 – 25,6	23,8	29,0	26,9
L.A.P	19,0	24,0	22,0	21,8 – 22,7	16,7	26,1	21,8
L.M	8,1	13,6	9,8	11,6 – 12,6	7,1	11,1	9,0
L.R	7,1	10,0	8,4	8,7 – 10,6	4,8	10,0	7,3

ovarios lobulados, turgentes y opacos de coloración naranja claro, las gónadas son voluminosas y se presentan algunos vasos sanguíneos (Fig. 1a). Esta fase se caracteriza por la presencia de ovocitos con alveolos corticales (CA), ovocito vitelogénico primario (Vtg1), ovocito vitelogénico secundario (Vtg2) y ovocito de crecimiento primario (PG) (Fig. 1b).

En la fase capaz de desove se encontraron seis hembras con tallas entre 118 y 142 mm de LT. Estas correspondieron a hembras en estado IV de madurez, que se caracteriza por presentar ovarios lobulados, de coloración amarillenta a rojo, paredes rugosas y con vasos sanguíneos más prominentes; se observaron ovocitos en reabsorción (Figs. 1c y 1e). Los ovocitos se advierten a manera de grumos amarillos claros en la superficie ovárica (Fig. 1c).

El estadio IV se caracterizó por la presencia de ovocitos vitelogenados terciarios (Vtg3), alveolos corticales (CA) y ocurrencia de ovocitos en diferentes fases de crecimiento primario (PG) y secundario (núcleo cromatina y con alveolos corticales) Se observan gránulos de vitelo (Gv) ubicados por todo el citoplasma entre los alvéolos corticales, los cuales aumentan progresivamente (Fig. 1d). También pueden verse ovocitos hidratados de forma irregular y de gran tamaño y con presencia de vesículas (Fig. 1f).

En las gónadas de las hembras maduras de *P. acuminatus* se percibieron oocitos en diferentes tamaños y estados de maduración, lo cual es característico de especies con desove parcial. Los ovocitos se observaron en hembras con estadio III y IV de madurez sexual, con LT entre 118 y 152 mm y un peso entre 26,06 y 58,89 g. El peso de la gónada osciló entre 1,10 y 2,64 g. El diámetro promedio de los ovocitos

maduros fue de $0,53 \pm 0,04$ mm, siendo el más pequeño de 0,48 mm y el más grande de 0,59 mm (Tabla 4).

La fecundidad se determinó en siete hembras maduras, de las cuales cinco se colectaron en Taganga y dos en Playa Blanca. Estas se encontraron en estadios III y IV de madurez gonadal y su LT varió entre 118 y 152 mm. El peso de la gónada fluctuó entre 1,10 y 2,64 g. La fecundidad parcial promedio fue de 8744 ± 3900 ovocitos (Tabla 4). El mayor número de oocitos (13 552 ovocitos) se obtuvo en una hembra de 134 mm LT y 46,38 g, mientras que la menor fecundidad (4473) se registró en una hembra de 128 mm LT y 32,71 g. Individuos con diferentes tallas presentaron una fecundidad parcial diferente, y a su vez hembras con peso gonadal similar mostraron números de ovocitos distintos. La fecundidad relativa a la talla fue de $64,15 \pm 25,51$ oocitos/mm. El valor más alto fue de 101,13 oocitos/mm en una hembra de 134 mm y el más bajo de 34,95 oocitos/mm en una hembra de 128 mm (Tabla 4).

El índice gonadosomático promedio fue de $4,01 \pm 1,00$. El valor más alto fue de 5,69 en una hembra de 134 mm LT con un peso de 46,38 g y el más bajo fue 3,02 en una hembra de 152 mm con un peso de 58,89 g (Tabla 4).

Las regresiones entre la fecundidad parcial y las variables LT, peso total y peso gonadal mostraron modelos lineales positivos. Entre la fecundidad parcial y la talla de las hembras maduras el coeficiente fue $R^2 = 0,61$. Con respecto al peso total, el ajuste fue de $R^2 = 0,74$. Con respecto al peso gonadal y a la fecundidad parcial, la correlación fue de $R^2 = 0,83$ y entre el peso total y LT se encontró el mejor ajuste ($R^2 = 0,88$).

Tabla 3. Distribuciones de frecuencia de los caracteres merísticos en adultos y juveniles de la especie.

Carácter/Frecuencia	Adultos					Juveniles								
	Especie					Cervigón (1991)	Frecuencia		Amplitud (mm)	Moda (mm)				
	Amplitud (LS mm)		Moda (mm)											
Esp y Rad.A.Dor	37	38	39	40	41	X, 37-41	37	IX-I, 37-41	37	38	39	40	X, 37-40	38
Frecuencia	32	23	8	7	3				1	7	3	1		
Esp y Rad.A.Anal	7	8				II, 7-8	7	II, 7-8	7	8			II, 7-8	7
Frecuencia	56	17							11	1				
Rad.A. Pect.	16	17	18			16-18	16	16-18	16	17			16-17	16
Frecuencia	49	22	2						10	2				
Bran. Sup.	5	6	7			5-7	7	5-7	6	7			6-7	7
Frecuencia	4	6	63						3	9				
Bran. Inf.	10	11	12	13	14	10-14	12	10-14	12	13	14		12-14	14
Frecuencia	13	9	22	16	13				1	3	8			
n						73		24					12	

DISCUSIÓN

Pareques acuminatus es un pez que habita en ambientes muy diversos, relacionados con fondos coralinos y sustratos rocosos y fangosos, en hábitats someros. Normalmente vive en grupos pequeños. Los juveniles se pueden observar sobre sustrato arenoso cerca de piedras y formaciones coralinas (Cervigón, 2012; Robertson *et al.*, 2015). En los sitios estudiados, *P. acuminatus* se observó en fondos coralinos, debajo de las rocas, y en pequeños grupos acompañado de una variedad de especies de distintas familias. Por lo tanto, se confirma que esta especie puede vivir en diferentes ambientes, como sustratos rocosos y fondos duros coralinos, y es representativa de la ictiofauna de fondos arrecifales someros en la región de Santa Marta.

Con respecto a las especies con las que comparte el hábitat, para el Caribe se destacan las familias Haemulidae, Pomacentridae, Serranidae, Scaridae, Labridae, Lutjanidae y Chaetodontidae (Grijalba *et al.*, 2004). En las localidades estudiadas las familias mejor representadas fueron Haemulidae, Pomacentridae, Holocentridae y Chaetodontidae; las especies acompañantes más comunes fueron *M. jacobus*, *C. rostrata*, *H. flavolineatum* y *H. steindachneri*; en segunda instancia están *Bodianus rufus* (Linnaeus, 1758) y *Pomacanthus paru* (Bloch, 1787) y en tercer lugar *S. partitus* y *C. multilineata*. Con excepción de *B. rufus* y *P. paru*, las especies acompañantes coinciden básicamente con lo registrado por Grijalba *et al.* (2004).

Myripristis jacobus fue la especie acompañante más representativa en todos los sitios de muestreo, mientras que *S. partitus* y *C. multilineata* estuvieron presentes en tres de cinco. La dominancia de este conjunto de taxones puede deberse a condiciones ecológicas de alimentación y refugio que parecen favorecer su permanencia (Grijalba *et al.*, 2004).

La estrecha relación de *P. acuminatus* con un elevado número de especies indica que no es una especie solitaria, sino que está asociada con una gran diversidad de peces arrecifales.

Teniendo en cuenta los datos registrados por Cervigón (1991) y los ejemplares examinados, se encontró que las mediciones morfométricas con menor amplitud fueron longitud de la cabeza, altura del cuerpo, longitud del pedúnculo caudal, longitud de la mandíbula y longitud del rostro. La longitud de la aleta pélvica, el diámetro del ojo, la longitud interorbital, la altura del pedúnculo caudal y la longitud de la aleta pectoral oscilaron en espectros más amplios de los registrados por Cervigón (1991). Aunque no se encontró una tendencia en los caracteres analizados en comparación de los datos registrados, se podría considerar que las diferencias podrían depender del observador y de pequeñas divergencias metodológicas.

Los caracteres merísticos cuantificados para los adultos coinciden en gran parte con los registrados por Cervigón (1991) y Smith (1997). La única diferencia con Smith (1997) fue para los radios en la aleta dorsal (37-40), mientras en este estudio se encontró entre 37 y 41. Los datos con Cervigón (1991) fueron todos coincidentes. Para los juveniles, la merística mostró mayor número de branquiespinas en comparación con los adultos. Esto indica que a medida que va creciendo el individuo éstas se van reduciendo en número, lo cual puede deberse a variables relacionadas con la alimentación y con el aparato branquial, como el tamaño de la cabeza y el de la boca. En los juveniles la longitud de la cabeza tiende a ser más grande que en los individuos adultos (Barón, 2006; González *et al.*, 2011). De esta manera, los caracteres merísticos y morfométricos permitieron verificar que los individuos de *P. acuminatus* recolectados en Santa Marta no difieren de los de otras localidades del Caribe, y

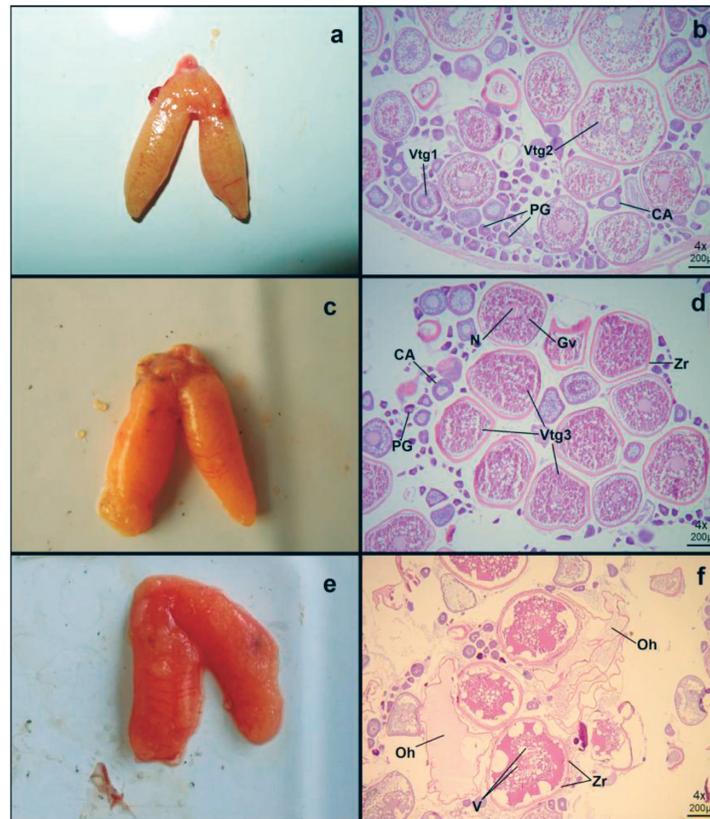


Figura 1. a) Fotografía de ovarios de ejemplar de 152 mm LT. b) Microfotografía (4x) de ovario. CA: ovocitos con alveolos corticales. Vtg1: ovocito vitelogénico primario. Vtg2: ovocito vitelogénico secundario. PG: ovocito de crecimiento primario. c) Fotografía de ovarios de ejemplar de 135 mm LT y d) Microfotografía (4x) de ovario. Vtg3: ovocito vitelogénico terciario. PG: ovocitos de crecimiento primario. CA: alveolos corticales. Gv: gránulos de vitelo, N: núcleo, Zr: zona radiada. e) Fotografía de ovarios de ejemplar de 134 mm LT. f) Microfotografía de ovocitos en fase capaz de desove en vista (4x). Zr: zona radiada, Oh: ovocitos hidratados, V: vesículas.

probablemente se trata de una sola población, al menos en el sur del Caribe.

En nuestro estudio se halló una mayor proporción de hembras de *P. acuminatus* que de machos. Al respecto y según Saiz (1975) y Escobar (1994), es frecuente en peces de la familia Sciaenidae encontrar una mayor

abundancia de hembras, lo que reflejaría factores genéticos hereditarios, variaciones en la disponibilidad de alimento y agrupamientos para conservar la especie y asegurar la fecundidad solamente con algunos machos. Igualmente, las hembras parecen tener una alta tasa de crecimiento y una mayor esperanza de vida que los machos (Cardoso *et*

Tabla 4. Estimación de la fecundidad y del índice gonadosomático en *P. acuminatus*.

Individuo	Peso Total (g)	LT (mm)	Peso de la gónada (g)	Peso de la muestra (g)	Número de oocitos	Diámetro de oocitos (mm)	Fecundidad parcial	Fecundidad relativa	Índice gonadosomático
1	42,87	142	2,08	0,12	698	0,58	12099	85,2	4,85
2	26,06	118	1,11	0,12	525	0,52	4856	41,15	4,26
3	32,71	128	1,1	0,12	488	0,48	4473	34,95	3,36
4	29	127	1,12	0,12	605	0,55	5647	44,46	3,86
5	58,89	152	1,78	0,12	838	0,5	12430	81,78	3,02
6	39,5	135	1,2	0,12	815	0,5	8150	60,37	3,04
7	46,38	134	2,64	0,12	616	0,59	13552	101,13	5,69
Promedio	39,34	133,71	1,58	0,12	655	0,53	8744	64,15	4,01
Desv. Estándar	11,34	11,03	0,61	0,00	135,25	0,04	3900,04	25,51	1,00

al., 2018). Escobar (1994), Torres *et al.* (1999), Cancio *et al.* (2006) y Cardoso *et al.* (2018) encontraron igualmente en *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823), *Stellifer venezuelae* (Schultz, 1945), *Bairdiella ronchus* (Cuvier, 1830) y *Macrodon ancylodon* (Bloch & Schneider, 1801) una proporción de hembras mayor que la de machos.

El desarrollo gonadal mostró cambios morfológicos relacionados con la ovogénesis, con un desarrollo ovárico en diferentes fases y etapas de desarrollo. La mayoría de las muestras correspondieron a hembras en estadio IV, las cuales presentaron una capacidad total para el desove. Según Eraso *et al.* (2017), en este estadio las gónadas ya han alcanzado su tamaño máximo, con los vasos sanguíneos mucho más visibles con respecto al estado anterior. Lowe (1987), Castillo (1998) y Lucano-Ramírez *et al.* (2011) describen en peces de aguas tropicales que el desove está principalmente influenciado por condiciones como las temperaturas apropiadas y la disponibilidad de alimento. Sin embargo, para la región de Santa Marta se encontraron hembras capaces de desovar todo el año.

La descripción histológica de las fases (en desarrollo y capaz de desove) y las etapas de desarrollo (oocitos vitelogénicos, alvéolos corticales y crecimiento primario) coinciden con las características mencionadas por Silva *et al.* (2016) para la especie *Cynoscion leiarchus* (Cuvier, 1830). Estos autores especifican cinco etapas de desarrollo de ovocitos y un desarrollo ovocitario de tipo asincrónico con fecundidad parcial. Se confirma este tipo de reproducción para *P. acuminatus*, en la que se pueden encontrar en los ovarios diferentes etapas de desarrollo antes y después del desove (Holden y Raitt, 1974). Estas características se han observado en las especies de la familia Sciaenidae mencionadas anteriormente; para *M. furnieri*, *S. venezuelae*, *C. leiarchus* y *M. ancylodon*, Escobar (1994), Silva *et al.* (2016) y Cardoso *et al.* (2018) describen una reproducción parcial y un desarrollo completamente asincrónico. Winemiller y Layman (2005) indican que este patrón de comportamiento puede considerarse como una respuesta adaptativa a las condiciones ambientales. Por lo tanto, estos rasgos reproductivos confirman que aquellas especies que están estrechamente relacionadas desarrollan estrategias reproductivas similares, con lo cual evitan la competencia intraespecífica por recursos limitados y superan las variaciones ambientales (Wootton, 1992; Amarasekare, 2003).

La estimación del diámetro promedio de los ovocitos maduros en *P. acuminatus* ($0,53 \pm 0,04$ mm) fue mayor a los 0,45 mm registrados por Lasso *et al.* (1998) en *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840), a pesar de que esta especie de esciénido es de talla mayor. La fecundidad parcial fue de 8744 ± 3900 ovocitos, lo cual se aproxima a lo estimado por Flores y Hirt (2002) para *Pachyurus bonariensis* (Steindachner 1879), una especie de esciénido de talla pequeña; dichos autores encontraron 11 000 ovocitos en esta especie. Con respecto a este parámetro, la fecundidad parcial no es solamente el número de huevos o de ovocitos que una hembra podría producir después del desove, sino también es

una medida de la capacidad reproductiva de los individuos (Vazzoler, 1996).

Muchos factores pueden afectar la fecundidad de los peces, tales como las condiciones ambientales y la falta de alimento y refugio (Csirke, 1980; Murua *et al.*, 2003). Los cambios que se presentan en la fecundidad están estrechamente relacionados con el tamaño de los individuos o con la edad (Murua *et al.*, 2006; Cooper *et al.*, 2013). Esta tendencia no se evidenció para las hembras analizadas, ya que no todas aquellas de mayor peso y talla produjeron una mayor cantidad de ovocitos. Kjesbu *et al.* (1991) mencionan que las hembras que se encuentran en mejores condiciones son las que pueden presentar una mayor fecundidad. Finalmente, el peso gonadal indicó una correlación importante con respecto a la fecundidad parcial ($R^2 = 0,83$). Silva *et al.* (2016) encontraron en el esciénido *Cynoscion leiarchus* un R^2 de 0,67 para esta variable y mencionan que el peso de la gónada es el mejor predictor de la fecundidad, comparado con otras medidas como la LT, el peso del individuo o la edad. La relación entre el peso total y la LT mostró un mejor ajuste positivo para las hembras maduras. Según Ricker (1975), las relaciones alométricas positivas pueden deberse a las condiciones nutricionales y a algunas diferencias entre poblaciones de la misma especie o dentro de la misma población.

AGRADECIMIENTOS

Al fondo patrimonial de la investigación “FONCIENCIAS” de la Universidad del Magdalena por la financiación de los proyectos “Ecología y Biología del pez Obispo *Pareques acuminatus* (Perciformes: Sciaenidae) en el Caribe del Magdalena colombiano” y “El Bajo de las Ánimas: una formación coralina casi desconocida”. A la bióloga Sarith Salas por su asesoría en el procesamiento de las muestras histológicas y en el análisis e interpretación de la reproducción de los peces. Permiso Marco de Recolección de especímenes de especies silvestres de la Diversidad Biológica con fines de investigación científica no comercial: Resolución No: 1293 de 18 de diciembre de 2013, Autoridad de Licencias Ambientales ANLA. Contribución 493 del Instituto de Estudios en Ciencias del Mar-CECIMAR, Universidad Nacional de Colombia, Sede Caribe.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no tienen conflicto de intereses.

REFERENCIAS

- Accioly IV, Molina WF. Cytogenetic studies in Brazilian marine Sciaenidae and Sparidae fishes (Perciformes). *Genet Mol Res.* 2008;7(2):358-370. Doi: <https://doi.org/10.4238/vol7-2gmr427>
- Agenda Caribe. Grave amenaza a la vida y al medio ambiente en Taganga, Magdalena. 2006. Disponible en: <http://agendacaribe.blogspot.com/2006>. Citado: 3 Feb 2019.

- Amarasekare P. Competitive coexistence in spatially structured environments: a synthesis. *Ecol Lett.* 2003;6(12):1109-1122. Doi: <https://doi.org/10.1046/j.1461-0248.2003.00530.x>
- Bannikov AF, Carnevale G, Landini W. A new Early Miocene genus of the family Sciaenidae (Teleostei, Perciformes) from the eastern Paratethys. *Comptes Rendus Palevol.* 2009;8(6):535-544. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.crpv.2009.03.001>
- Barón B. Relaciones ecomorfológicas y de dieta en siete especies de peces (Characidae) en afluentes de la quebrada Yahuaraca (Amazonia Colombiana) capturados en un periodo de época seca (Tesis). Bogotá: Programa de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Javeriana; 2006. p. 145.
- Botero L. Zonación de octocorales y gorgonáceos en el área de Santa Marta y Parque Nacional Natural Tayrona, costa Caribe colombiana. *An Inst Inv Mar Punta de Betín.* 1987;17:61-80.
- Brown-Peterson NJ, Wyanski DM, Saborido-Rey F, Macewicz BJ, Lowerre-Barbieri SK. A standardized terminology for describing reproductive development in fishes. *Mar Coast Fish.* 2011;3(1):52-70. Doi: <https://doi.org/10.1080/19425120.2011.555724>
- Bula-Meyer G, Díaz-Pulido G. Macroalgas del Banco de las Ánimas y nuevos registros para el Caribe colombiano. *An Inst Inv Mar Punta Betín.* 1995;24(1):173-183.
- Caldwell ZR, Zgliczynski BJ, Williams GJ, Sandin SA. Reef Fish Survey Techniques: Assessing the Potential for Standardizing Methodologies. *PLoS ONE.* 2016;11(4): e0153066. Doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0153066>
- Camacho L. Estimación preliminar de la fecundidad en algunas especies de importancia comercial (familias Carangidae y Scombridae) en el departamento del Magdalena, Caribe colombiano (Tesis). Santa Marta: Programa de Biología Marina, Facultad de Ingeniería y Ciencias Naturales, Universidad Jorge Tadeo Lozano; 2011. p. 111.
- Cancio E, Narváez J, Blanco J. Dinámica poblacional del coroncoro *Micropogonias furnieri* (Pisces: Sciaenidae) en la Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe colombiano. *Bol Invest Mar Cost.* 2006;35(1):37-58.
- Cardoso ADS, Santos NB, Almeida ZDSD, Neta RNFVC, Cantanhede LG. Reproductive biology of king weakfish, *Macrodon ancylodon* (Perciformes, Sciaenidae) from the northeastern coast of Brazil. *Rev Biol Mar Oceanog.* 2018;53(1):95-104. Doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-19572018000100095>
- Castillo L. Fluctuación poblacional (composición y abundancia) de la ictiofauna acompañante del camarón de aguas someras en el golfo Tortugas, Pacífico colombiano (Tesis). Cali: Programa de Biología, Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, Universidad del Valle; 1998. p. 108.
- Castro J, Espinosa H, Schmitter J, editores. Ictiofauna estuarino-lagunar y vicaria de México. México D.F.: Limusa; 1999. p. 704.
- Cervigón F, editor. Los peces marinos de Venezuela. Vol. 1 Segunda edición. Caracas: Fundación Científica Los Roques; 1991. p. 425.
- Cervigón F. Peces marinos de las costas de Venezuela. Vol. 2. Caracas: Fundación Científica Los Roques; 2012. p. 200-202.
- Chao L, Espinosa H, Sampaio C, Aguilera S, Fredou F, Padovani B, et al. *Pareques acuminatus*. The IUCN Red List of Threatened Species. 2015. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-2.RLTS.T87738003A61409186.en>. Citado: 3 Feb 2019.
- Cooper WT, Barbieri LR, Murphy MD, Lowerre-Barbieri SK. Assessing stock reproductive potential in species with indeterminate fecundity: Effects of age truncation and size-dependent reproductive timing. *Fish Res.* 2013;138:31-41. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2012.05.016>
- Csirke JB. Introducción a la dinámica de poblaciones de peces. Callao, Perú: FOA Documento Técnico de Pesca; 1980. p.192.
- Dubiaski-Silva J, Masunari S. Natural diet of fish and crabs associated with the phytal community of *Sargassum cymosum*. Agardh, 1820 (Phaeophyta, Fucales) at Ponta das Garoupas, Bombinhas, Santa Catarina State, Brazil. *J Nat Hist.* 2008;42(27-28):1907-1922. Doi: <https://doi.org/10.1080/00222930802126896>
- Eraso Ordoñez JF, Bustos-Montes DM, Salas-Castro S, Girón A, Rueda M. Fecundidad de *Scomberomorus sierra* (Perciformes: Scombridae) en el Pacífico Colombiano. *Bol Invest Mar Cost.* 2017;46(1):29-44.
- Escobar M. Aspectos biológicos y ecológicos con énfasis en reproducción y alimentación de *Micropogonias furnieri* (Desmarest) y *Stellifer venezuelae* (Schultz) (Pisces Sciaenidae), Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe colombiano (Tesis). Bogotá: Programa de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Javeriana; 1994. p. 124.
- Flores SA, Hirt LM. Ciclo reproductivo y fecundidad de *Pachyurus bonariensis* (Steindachner, 1879), Pisces, Sciaenidae. *Bol Inst Pes.* 2002;28(1):25-31.
- Francis MP. Morphometric minefields-towards a measurement standard for chondrichthyan fishes. *Environ Biol Fish.* 2006; 77(3-4): 407-421. Doi: <https://doi.org/10.1007/s10641-006-9109-1>
- González J, Acero P A, Serrat A, Betancur R. Caracterización taxonómica de la población del pez león *Pterois volitans* (Linnaeus 1758) (Scorpaenidae) residente en el Caribe colombiano: merística y morfometría. *Biota Col.* 2011;12(2):15-21.
- Grijalba M, Castañeda E, Acero P A. Estructura de un ensamblaje íctico asociado a fondos duros en el Caribe colombiano empleando la técnica del censo visual estacionario (CVE). *Actu Biol.* 2004;26(81):197-211.
- Hernández I, Aguilar C, González Sansón G. Tramas tróficas de peces de arrecifes en la región noroccidental Cuba. I. Contenido estomacal. *Rev Biol Trop.* 2007;56(2):541-555.
- Herrera J. Modelo de gestión costera para playas del Caribe colombiano. Aplicación Playa Blanca, Magdalena, Colombia (Tesis Magister). Santa Marta: Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria, Facultad de Ingeniería, Universidad del Magdalena; 2010. p. 172.
- Holden MJ, Raitt DFS. Manual of fisheries science part 2: Methods of resource investigation and their application. *FAO Fisheries Technical Papers*, 1974;115(1):211.

- Honorio PPF, Ramos RTC, Feitoza BM. Composition and structure of reef fish communities in Paraíba State, northeastern Brazil. *J Fish Biol.* 2010;77(4):907-926. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2010.02728.x>
- Kilbansky N, Juanes F. Procedures for efficiently producing high-quality fecundity data on small Budget. *Fish Res.* 2008;89(1):84-89. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2007.09.005>
- Kjesbu OS, Klungsoyr J, Kryvi H, Witthames PR, Greer Walker M. Fecundity, atresia, and egg size of captive Atlantic (*Gadus morhua*) in relation to proximate body composition. *Can J Fish Aquat Sci.* 1991;48(12):2333-2343. Doi: <https://doi.org/10.1139/f91-274>
- Krumme U. Diel and tidal movements by fish and decapods linking tropical coastal ecosystems. En: Nagelkerken I, editor. *Ecological Connectivity among Tropical Coastal Ecosystems.* Netherlands: Springer; 2009. p. 271-324.
- Lasso O, Lasso C, Señaris J. Aspectos de la biología y ecología de la curvinata *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) (Pisces: Sciaenidae), en los llanos inundables del estado Apure, Venezuela. *Soc Cien Nat La Salle.* 1998;8(149):3-32.
- Lowe R. Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. São Paulo: Edusp; 1987. p. 535.
- Lucano-Ramírez G, Ruiz-Ramírez S, Rojo Vázquez JA. Biología reproductiva de *Prionotus ruscarius* (Pisces: Triglidae) en las costas de Jalisco y Colima, México. *Rev Digit Universit.* 2005;6(8):2-13.
- Lucano-Ramírez G, Ruiz-Ramírez S, Palomera-Ramírez F, González-Sansón G. Biología reproductiva de la sierra *Scomberomorus sierra* (Pisces, Scombridae) en el Pacífico central mexicano. *Cien Mar.* 2011;37(3):249-260. Doi: <https://doi.org/10.7773/cm.v37i3.1892>
- Mumby PJ, Edwards AJ, Arias-González JE, Lindeman KC, Blackwell PG, Gall A, *et al.* Mangroves enhance the biomass of coral reef fish communities in the Caribbean. *Nature.* 2004;427: 533-536. Doi: <https://doi.org/10.1038/nature02286>
- Murua H, Kraus G, Saborido-Rey F, Witthames PR, Thorsen A, Junquera S. Procedures to estimate fecundity of marine fish species relation to their reproductive strategy. *J Northw Atl Fish Sci.* 2003; 33:33-54. Doi: <https://doi.org/10.2960/J.v33.a3>
- Murua H, Lucio P, Santurtún M, Motos L. Seasonal variation in egg production and batch fecundity of European hake *Merluccius merluccius* (L.) in the Bay of Biscay. *J Fish Biol.* 2006; 69(5):1304-1316. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2006.01209.x>
- Nelson JS, Grande TC, Wilson MVH, editores. *Fishes of the world.* New Jersey: Wiley y Sons; 2016. p. 498-499.
- Polanco FA, Acero PA, Santos-Acevedo M, Narváez JC, Navas SGR, Flórez P. Evaluación preliminar de especies de peces arrecifales marinos con potencial ornamental en el área de Santa Marta y Parque Nacional Natural Tayrona, Caribe Colombiano. *Bol Invest Mar Cost.* 2011;40(1):131-141.
- Ricker WE. *Computation and interpretation of biological statistics of fish populations.* Ottawa: Fisheries and Marine Service; 1975. p. 191.
- Robertson D, Peña E, Posada J, Claro R. *Peces Costeros del Gran Caribe: sistema de Información en línea.* Panamá: Versión 1.0 Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales; 2015. Disponible en: <https://biogeodb.stri.si.edu/caribbean/es/thefishes/species/3802>. Citado: 3 Feb 2019.
- Rodríguez M, editor. *Técnicas de evaluación cuantitativa de la madurez gonádica en peces.* México D.F.: A GT; 1992. p. 75.
- Rosenblum PM, Pudney J, Callard IP. Gonadal morphology enzyme histochemistry and plasma steroid levels during the annual reproductive cycle of male and female brown bullhead catfish, *Ictalurus nebulosus* Lesueur. *J Fish Biol.* 1987;31(3):325-341. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1987.tb05239.x>
- Saiz E. Estudio biológico de *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1822) Pisces: Sciaenidae, "Pacora" en el Caribe colombiano (Tesis). Bogotá: Programa de Biología, Facultad de Ingeniería y Ciencias Naturales, Universidad Jorge Tadeo Lozano; 1975. p. 133.
- Santos S, Gomes MDF, Ferreira ARDS, Sampaio I, Schneider H. Molecular phylogeny of the western South Atlantic Sciaenidae based on mitochondrial and nuclear data. *Mol Phylogenet Evol.* 2013;66(1):423-428. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2012.09.020>
- Silva JPDC, Costa MRD, Gómez ID, Araújo FG. Gonadal developmental fecundity of the smooth weakfish *Cynoscion leiarchus* (Teleostei: Perciformes: Sciaenidae) in a tropical Brazilian bay. *Zoología.* 2016;33(6):2-8. Doi: <https://doi.org/10.1590/s1984-4689zool-20160032>
- Simón T, Pinheiro HT, Moura RL, Carvalho-Filho A, Rocha LA, Martins AS, *et al.* Mesophotic fishes of the Abrolhos Shelf, the largest reef ecosystem in the South Atlantic. *J Fish Biol.* 2016;89(1):990-1001. Doi: <https://doi.org/10.1111/jfb.12967>
- Smith C, editor. *National Audubon Society field guide to tropical marine fishes of the Caribbean, the Gulf of Mexico, Florida, the Bahamas, and Bermuda.* Nueva York: Knopf; 1997. p. 720.
- Torres L, Santos A, Acero PA. Reproducción de *Bairdiella ronchus* (Pisces: Sciaenidae) en la Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe colombiano. *Rev Biol Trop.* 1999;47(3):553-560.
- Vazzoler A, editor. *Biología de reprodução de peixes teleósteos: teoría y práctica.* Maringá: Nupelia; 1996. p. 169.
- Vegas M, editor. *Ictiología.* Francia: Lima; 1987. p. 271.
- Veron JEN, Hoegh-Guldberg O, Lenton TM, Lough JM, Obura DO, Pearce-Kelly P, *et al.* The coral reef crisis: The critical importance of <350 ppm CO₂. *Mar Pollut Bull.* 2009;58(10):1428-1436. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2009.09.009>
- Vieira EF, Isaac VJ, Fabré NN. Biología reproductiva do tambaqui, *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818 (Teleostei, Serrasalmidae), no baixo amazonas, Brasil. *Acta Amaz.* 1999;29(4):625-638. Doi: <https://doi.org/10.1590/1809-43921999294638>

Winemiller KO, Layman CA. Food web science: Moving on the path from abstraction to prediction. En: De Ruiter P, Wolters V, Moore J, editores. Dynamic food webs: Multispecies assemblages, ecosystem development and environmental change. Amsterdam: Elsevier; 2005. p. 10-23.

Wootton R, editor. Fish ecology. New Delhi, India: Chapman and Hall; 1992. p. 212.