

## Estudio biológico y pesquero de *Pseudopimelodus schultzi* (Dahl, 1955) en la cuenca media y baja del río Atrato, Chocó

### Biological study and fishing *Pseudopimelodus schultzi* (Dahl, 1955) in the basin middle and lower Atrato river, Chocó

Tulia Sofía Rivas-Lara\*, Hosmer Duvan Gómez-Vanega\*, Jhasbleidy Palacios-Valdés\*, Vicky Marcela Rentería-Cuesta\*, Lizeth Lozano-Rentería\*

#### Resumen

**Objetivo:** Se estimaron algunos aspectos biológicos y pesqueros de *Pseudopimelodus schultzi* en la cuenca media y baja del río Atrato. **Metodología:** Se capturaron individuos provenientes de pesca artesanal, utilizando como arte de pesca la tola y el trasmallo; a los individuos se les registró la longitud total (LT) y la longitud estándar (LE) con un ictiómetro graduado en centímetros (cm) y el peso total (WT) al gramo más cercano con una balanza de precisión. Los ejemplares se visceraron para determinar el sexo, estadios de madurez sexual, extraer gónadas y estómagos. La información pesquera se registró a través de pescadores en las comunidades, con el fin de evidenciar el aporte en kg de *P. schultzi*. **Resultados:** Se capturaron 398 individuos, 228 fueron hembras y 170 machos. LT osciló entre 19,1 y 85,5 cm, mientras que LE estuvo en un rango entre 15,5 y 78 cm, WT entre 78 y 7.755 g. Esta especie presentó un crecimiento isométrico ( $b=2,9$ ), proporción sexual de 1,3 (H): 1 (M) ( $p>0,05$ ), dieta alimenticia carnívora de preferencia por los peces, y dos periodos reproductivos, de enero a abril y de agosto a septiembre. **Conclusiones:** *P. schultzi* es una especie que amerita especial atención, porque se encuentra en la categoría de casi amenazada y tiene gran importancia a nivel de comercialización y consumo; en los últimos años se ha registrado una disminución debido a la gran demanda y presión pesquera que se ejerce sobre este recurso.

**Palabras clave:** Crecimiento, Chocó, Ecología reproductiva, Ecología trófica, Pesquerías.

#### Abstract

**Objective:** In this research some biological and fishing aspects of *Pseudopimelodus schultzi* in the Middle and Lower basin of the Atrato River were estimated. **Methodology:** Individuals from artisanal fishing were captured, using as fishing gear such as tola and trammel, the total length (LT) and standard length (LE) were recorded with an ichthyometer graduated in centimeters (cm), and the total weight (WT) to the nearest gram with a precision scale, the specimens were eviscerated to determine sex, stages of sexual maturity, extract gonads and stomachs. The fishing information was recorded through fishermen in the communities, in order to demonstrate the contribution in kg of *P. schultzi*. **Results:** 398 individuals were captured, 228 were female and 170 were male. LT ranged from 19.1 to 85.5 cm, while LE ranged from 15.5 to 78.0 cm, and WT ranged from 78 to 7.755 g. This species presented an isometric growth ( $b=2.9$ ), a sexual ratio of 1.3 (H): 1 (M) ( $p>0.05$ ), a carnivorous diet of preference for fish, and two reproductive periods, from January to April and from August to September. **Conclusion:** *P. schultzi* is a species that deserves special attention, since it is in the near threatened category and has great importance at the level of commercialization and consumption. In recent years there has been a decrease due to the great demand and fishing pressure exerted on this resource.

**Keywords:** Chocó, Fisheries, Growth, Reproductive ecology, Trophic ecology.

\* Grupo de investigación de Zoología, Línea Ictiología, Universidad Tecnológica del Chocó "Diego Luis Córdoba", Quibdó, Chocó, Colombia.

Autor correspondencia: [dgv222@hotmail.com](mailto:dgv222@hotmail.com) [dugova222@gmail.com](mailto:dugova222@gmail.com)

Fecha recepción: Septiembre 17, 2018 Fecha aprobación: Enero 12, 2019

Editora Asociada: Torres-Torres M.

## Introducción

*Pseudopimelodus schultzi*, conocido comúnmente como bagre sapo, pertenece a la familia Pseudopimelodidae, la cual, según Maldonado-Ocampo *et al.* (2012) es una de las más representativas dentro del orden Siluriformes para el Chocó Biogeográfico; esta especie se caracteriza por una coloración que varía de amarillo a café, con bandas marrón o negras, cabeza deprimida y barbicelos maxilares cortos (Ortega-Lara 2012).

Los estudios sobre la biología de *P. schultzi* son escasos, pues solo se conocen observaciones preliminares sobre su biología en el río La Vieja, donde Román-Valencia (1995) señala que las poblaciones naturales de bagre sapo han disminuido notoriamente; por otro lado, Peña-Ledezma *et al.* (2003) llevaron a cabo la reproducción inducida, en condiciones de laboratorio, pudiendo concluir que ejemplares jóvenes con talla promedio de 38 cm presentaron mejores resultados, obteniendo una mayor cantidad de ovocitos, a diferencia de ejemplares adultos con tallas superiores a 50 cm de longitud total, que obtuvieron una baja producción de ovocitos a través del desove artificial en seco. Esta especie solo está reportada en los ríos Sinú, Magdalena, Cauca y Atrato (Maldonado-Ocampo *et al.* 2008).

El conocimiento de los ciclos de vida de las especies pesquero-comerciales más importantes aún continúa siendo muy fragmentado; esto puede resultar en serias limitaciones para predecir los impactos que las pesquerías podrían tener sobre el recurso y los ecosistemas que las soportan (Goulding 1979).

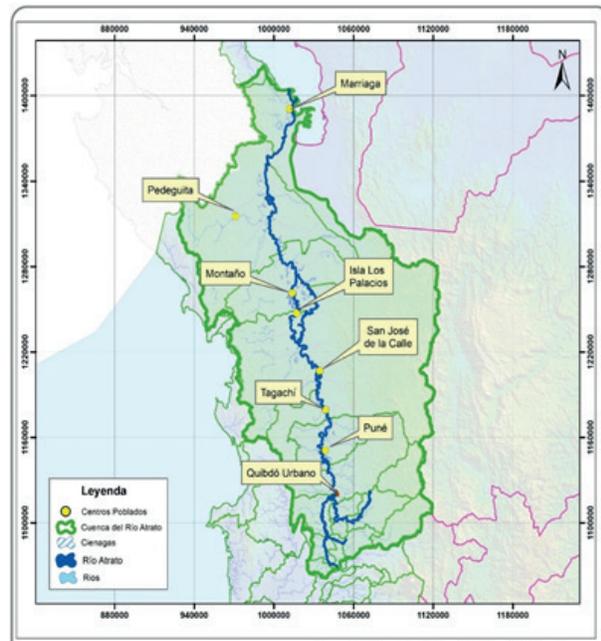
*P. schultzi* es apetecido por las comunidades ribereñas; en la cuenca del río Atrato tiene gran importancia por su comercialización y consumo, presentando así una gran demanda que genera una presión constante sobre sus poblaciones; los volúmenes de desembarcos tomados en el puerto de Quibdó durante 13 años (1997-2009) registran una tendencia a la disminución, con un pico máximo de captura en 2001 de 20,4 toneladas (Ortega-Lara *et al.* 2011). Hoy, esta especie, se encuentra en la categoría de casi amenazada (Ortega-Lara 2012). Por la importancia que reviste se hace necesario adelantar investigaciones para ampliar la información sobre su biología y pesca, que permita avanzar en el conocimiento de algunos aspectos como la ecología trófica, crecimiento, ecología reproductiva

y pesquería en la cuenca media del río Atrato que garanticen la implementación de programas eficaces de protección y gestión de su pesca.

## Metodología

**Área de estudio.** La cuenca del río Atrato está ubicada a los 5° y 8° de latitud norte y los 76° y 78° de longitud oeste, a una altura de 35 msnm; presenta una humedad relativa cercana al 86%, su temperatura oscila entre los 28° y 32°C (Holdridge 1996); la precipitación es entre 8.000 y 10.749 mm anuales, lo que determina que el régimen de lluvias sea intenso y prolongado creando una vegetación de selva ecuatorial (IGAC 1989). La investigación en campo se desarrolló en comunidades pesqueras y sitios de pesca de la cuenca media y baja del río Atrato y comprendió seis municipios, siete localidades y 15 ciénagas, las cuales se muestran en la Figura 1 y Tabla 1.

**Fase de campo.** Los ejemplares se colectaron entre julio de 2014 y junio de 2015, provenientes de las capturas artesanal de pescadores e investigadores, realizadas en diferentes sitios de pesca y desembarque en las localidades objeto de estudio, utilizando como arte de pesca el trasmallo y la tola. El primer arte utilizado “el trasmallo”, está construido por nailon,



**Figura 1.** Cuenca media y baja del río Atrato, localidades de influencia de la investigación.

**Tabla 1.** Ubicación de las localidades de muestreos (canal principal y ciénagas) de la investigación en la cuenca media y baja del río Atrato

Río Atrato	Municipios	Localidad	Ciénagas	Coordenadas
Cuenca media	Quibdó	Tagachí	Quitasolar	6°11'46.3" N - 76°43'38.7" W
			El Toro	6°12'31.9" N - 76°42'14.2" W
			La Larga	6°13'30.4" N - 76°44'3.9" W
	Medio Atrato	Puné	Arrastradero	5°55'39.5" N - 76°43'1.1" W
			La Corona	5°55'48.6" N - 76°43'49.2" W
			Los Positos	5°56'19.5" N - 76°45'32.6" W
	Bojayá	San José de la Calle	La Grande	6°26'47.3" N - 76°43'47.6" W
			Bernal	6°26'21.8" N - 76°44'30.8" W
		Isla de los Palacios	La Corona	6°45'10.7" N - 76°57'6.7" W
			Saturnino	6°48'22.9" N - 76°54'9.2" W
Cuenca baja	Carmen del Darién	Montaño	María Elias	6°57'20.2" N - 76°57'51.3" W
	Ríosucio	Pedeguita	Pedeguita	7°15'25.5" N - 77°2'18.2" W
	Unguía	Marriaga	Limón	8°41'47.3" N - 76°57'50.2" W
			Marriaga	8°6'13.5" N - 76°57'42.3" W

plomo y boyas (botellas de plásticos o icopor), con un tamaño promedio de 140 metros y ojo de malla de 3,5 centímetro; el tiempo promedio de exposición es de 15 horas. El segundo arte “la tola”, consiste en una cuerda de nailon o cabuya de 10 metros, a la cual se le amarran varios anzuelos con carnada viva, un extremo se asegura de algún árbol en la orilla, mientras el otro extremo se lanza a la mitad del río y se hunde gracias a la piedra o peso que se le ata. Las tolas se ponen después de las cuatro de la tarde y se revisa en la mañana siguiente (aproximadamente 15 horas). A los individuos se les registró la longitud total (LT) y longitud estándar (LE) con un ictiómetro graduado en centímetros (cm), y el peso total (WT) en gramo, con una balanza de precisión de 0,001 g. De igual manera, los ejemplares se evisceraron, con el fin de determinar visualmente el sexo, los estadios de madurez sexual (Vazzoler 1996), y extraer su gónadas y estómagos. Los ovarios en estadio III y los estómagos, se lavaron, etiquetaron y conservaron en formol al 10%, para luego hacer los respectivos análisis, en el laboratorio de ictiología de la Universidad Tecnológica del Chocó.

Para la información pesquera se realizaron registros de pesca en forma directa y a través de pescadores

en las comunidades de siete localidades, con el fin de estimar las capturas y su aporte a las pesquerías del área; en forma paralela se aplicaron entrevistas con el fin de describir la unidad de pesca individual y grupal, y estimar el esfuerzo de captura.

**Fase de laboratorio.** En el laboratorio, las gónadas y los estómagos fueron lavados con abundante agua y secados con papel absorbente, para eliminar el exceso de formol o humedad. El conteo de ovocitos y la determinación de los ítems alimenticios se realizó con la ayuda de un estereoscopio y microscopio, conservando los datos de campo y registrando los hallazgos respectivos.

**Exploración de los datos.** Se realizaron análisis de frecuencia por intervalos de clases y estadística descriptiva con los datos de las variables longitud total (LT), longitud estándar (LE) y peso total (WT), aplicando regresiones lineales para evaluar la dependencia de estas variables ( $r^2$ ).

**Relación longitud-peso.** Se determinó realizando un análisis de regresión estimado mediante la ecuación logística  $WT = a LE^b$  (Ricker 1975, Gulland 1983, Pauly 1984), donde el WT peso total del pez en gramos,  $a$  es una constante de regresión, equivalente a  $K$  (factor de condición),  $LE$  longitud estándar en

centímetros y  $b$  es el coeficiente de crecimiento.

**Factor de condición.** Se estimó con la ecuación:  $K = WT/LE^b * 100$  (Weatherley 1972, Bagenal y Tesch 1978).

**Estimación de la proporción sexual.** Se estimó de acuerdo con la ecuación de Wenner (1972): % machos =  $100 * (Nm/Nt)$ , en donde Nm es el número de machos y Nt es el número total de individuos.

**Índice gonadosomático (IGS).** Se calculó mes a mes para cada organismo, utilizando la fórmula de Kaiser (1973).  $IGS = 100 * (WG/WT)$ , en donde WG es el peso de las gónadas y WT es el peso total del pez.

**Estimación de fecundidad.** Se tomó una submuestra de cada una de las gónadas para realizar la estimación de la fecundidad total, aplicando el método gravimétrico (Laevastu 1980, Tresierra y Culquichicón 1993) con la siguiente ecuación:  $F = nG/g$ , en donde n es el número de ovocitos en la muestra; G es el peso de todos los ovocitos; g es el peso de la muestra.

**Estimación de la talla mínima y media de madurez sexual.** Para determinar las tallas mínima y media de maduración sexual se tuvo en cuenta ejemplares machos y hembras en estadio III maduros y IV desovados. El análisis de la talla media de madurez sexual se determinó sobre la base del criterio del 50% de la fracción de individuos maduros (Arancibia et al. 1994), utilizando la siguiente ecuación logística (Echeverría 1987):  $Pi = 1/1 + \exp [r * (LE - lm)]$  donde Pi es la proporción de individuos sexualmente maduros a la longitud estándar (LE), r y lm son constantes.

**Conducta trófica.** La cuantificación de los contenidos estomacales se efectuó mediante los siguientes métodos:

1. Coeficiente de vacuidad:  $(CV = 100 * N \text{ estómagos vacíos} / N \text{ total de estómagos analizados})$  (Windell 1971).
2. Gravimétrico:  $(G = \text{peso del ítem A} / \text{peso de todos los ítems} * 100)$ .
3. Frecuencia de ocurrencia:  $(FO = 100 * \text{ocurrencia de presas del ítem A} / n^\circ \text{ total de estómagos con alimento})$  (Marrero 1994).
4. Frecuencia numérica:  $(FN = 100 * n^\circ \text{ de presas del ítem A} / n^\circ \text{ total de presas})$ .
5. Índice de importancia relativa:  $(IIR = FO * G / 100)$  (Hyslop 1980), en donde IIR representa el índice de importancia relativa, FO es el porcentaje de

la frecuencia de ocurrencia y G es el porcentaje gravimétrico.

**Producción pesquera.** Para calcular la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) se utilizó la siguiente fórmula:  $CPUE = C/f$ , donde C es la captura en kg y f el esfuerzo (Sparre y Venema 1985, Hilborn y Walters 1992).

## Resultados

Del total de 398 individuos capturados, 228 fueron hembras y 170 machos. La longitud total osciló entre 19,1 y 85,5 cm, con promedio de 44,7 ( $\pm 9,8$ ) cm, la longitud estándar varió entre 15,5 y 78 cm, con promedio de 36,9 ( $\pm 8,5$ ) cm, donde la mayor frecuencia de talla de captura estuvo entre 28 y 53 cm LE, equivalente a 47,2%. El peso varió entre 78 a 7.755 g, con un promedio de 1.455 ( $\pm 977$ ) g (Figura 2).

**Relación longitud-peso.** En la Figura 3 se observa la relación potencial altamente significativa ( $R^2 = 0,97$ ). El coeficiente de crecimiento  $b$  varió durante el período de estudio (Tabla 2), con un valor promedio de 2,9 que no evidenció diferencias estadísticamente significativas al valor de 3 ( $p = 0,19$ ), de acuerdo con la t-student ( $p > 0,05$ ), indicando un crecimiento de tipo isométrico.

**Factor de condición.** El factor de condición de *P. schultzi* fue de mayor valor para hembras en los meses de marzo ( $1,94 \pm 1,20$ ), septiembre ( $1,92 \pm 0,37$ ) y noviembre ( $1,95 \pm 0,77$ ), y para machos en el mes de abril ( $3 \pm 3,1$ ); los valores más bajos correspondieron al mes de mayo para hembras ( $1,55 \pm 0,03$ ) y julio para machos ( $0,90 \pm 0,58$ ) (Figura 4).

**Estimación de la proporción sexual.** Se observó un predominio de las hembras ( $n = 228$ ) sobre los machos ( $n = 170$ ), en casi todo el período de estudio a diferencia de los meses de enero y junio, donde no se evidenció diferencias estadísticamente significativas, correspondiendo a una proporción sexual de 1,3(H): 1(M) ( $p > 0,05$ ).

**Estados de madurez gonadal.** En la Tabla 3 se observan los diferentes estadios mensuales de madurez para *P. schultzi*, donde el mayor número de individuos maduros se observa en los meses de agosto y septiembre para sexos combinados; el mayor número de individuos en proceso de maduración para hembras se presenta en el mes de enero, y septiembre para machos.

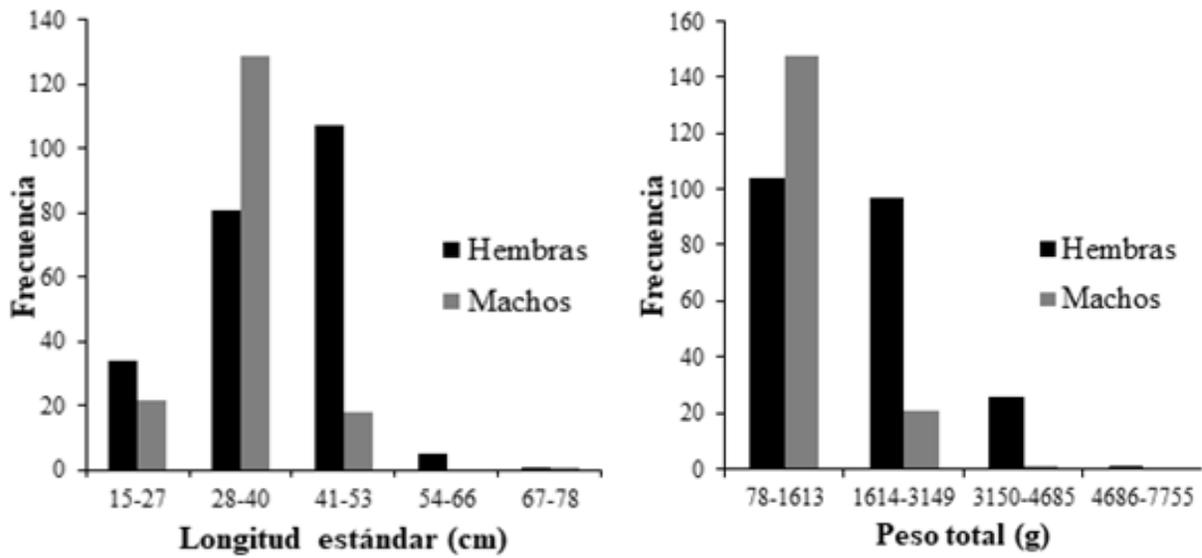


Figura 2. Distribución de talla y peso de *P. schultzi* en la cuenca media y baja del río Atrato.

Tabla 2. Coeficiente de crecimiento mensual de *P. schultzi* en la cuenca media y baja del río Atrato

Meses	Jul	Ag	Sep	Oct	Nov	Dic	En	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Promedio
<i>b</i>	1,7	3,1	3,1	3,1	2,8	3,0	3,0	3,3	2,7	2,8	3,0	3,2	2,9
<i>a</i>	0,9	2,1	2,2	1,9	1,2	1,8	1,9	2,7	1,4	1,3	1,7	2,5	1,8
R <sup>2</sup>	0,99	0,98	0,95	0,96	0,96	0,99	0,95	0,98	0,98	0,97	0,99	0,98	0,97

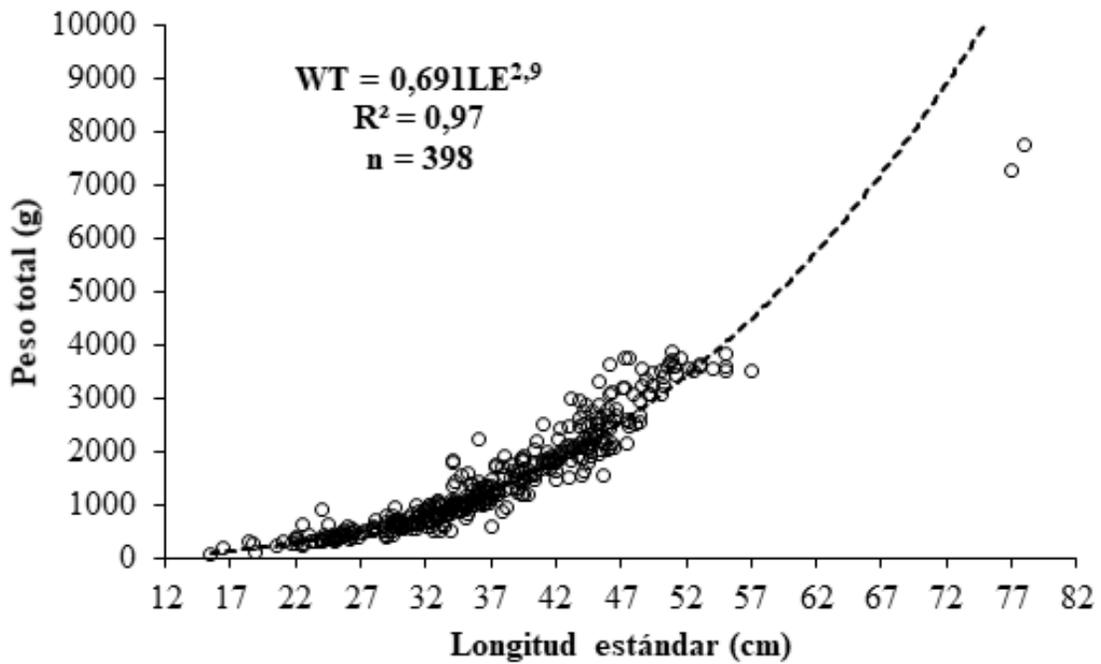


Figura 3. Relación longitud-peso de *P. schultzi* en la cuenca media y baja del río Atrato.

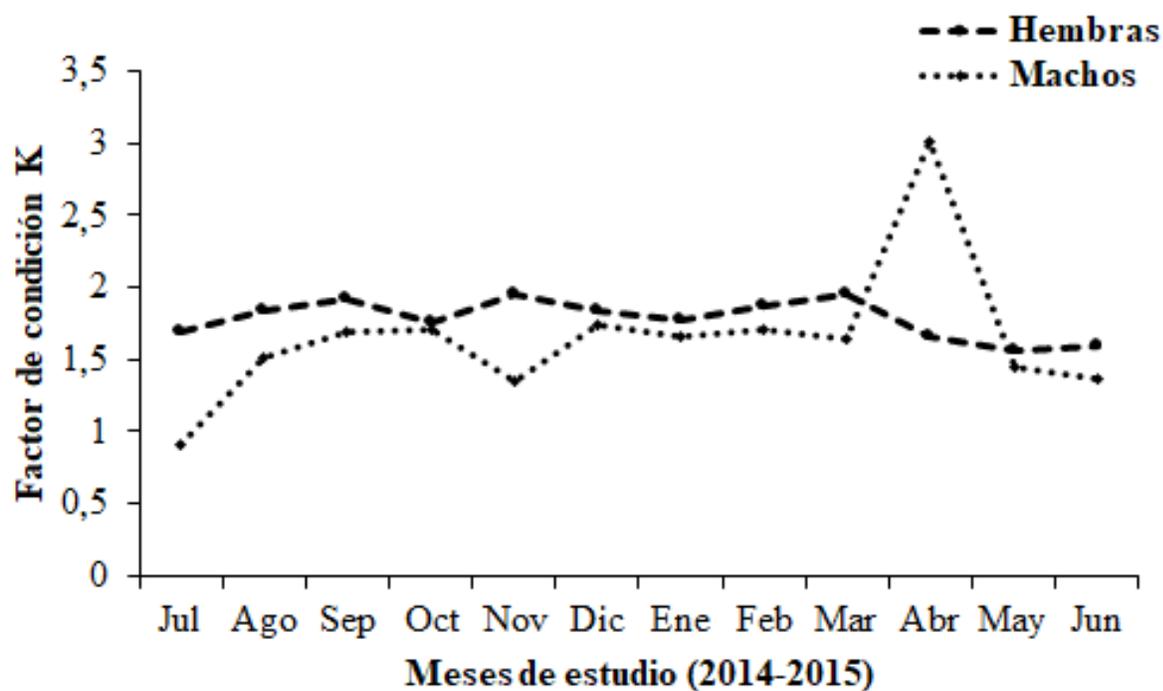
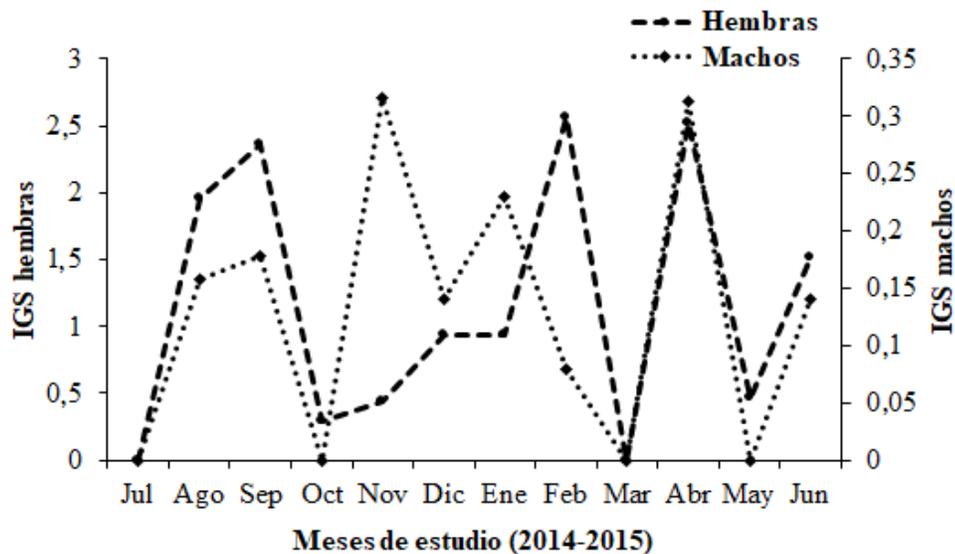


Figura 4. Variación mensual del factor de condición (K) de *P. schultzi* en la cuenca media y baja del río Atrato.

Tabla 3. Estadíos de madurez gonadal de *P. schultzi* en la cuenca media y baja del río Atrato

Meses	H					M				
	I	II	III	IV	Total	I	II	III	IV	Total
Jul	3	2	2	1	8	0	1	0	1	2
Ag	16	2	32	5	55	19	11	3	0	33
Sep	10	8	39	3	60	21	23	10	0	54
Oct	3	1	2	0	6	2	0	0	0	2
Nov	4	0	1	1	6	2	0	0	0	2
Dic	3	8	0	0	11	5	3	1	0	9
En	15	14	0	2	31	21	11	2	0	34
Feb	1	5	14	0	20	6	1	1	0	8
Mar	5	3	0	0	8	4	1	0	0	5
Abr	4	0	6	2	12	5	0	1	0	6
May	1	0	1		2	0	1	1	0	2
Jun	4	0	1	4	9	11	2	0	0	13
Total	69	43	98	18	228	96	54	19	1	170



**Figura 5.** Variación mensual del índice gonadosomático (IGS) de *P. schultzi* en la cuenca media y baja del río Atrato.

**Índice gonadosomático (IGS).** De acuerdo con el índice gonadosomático estudiado (Figura 5) la variación en el tiempo de estudio presenta un incremento para hembras y machos coincidente en los meses de abril (H:  $2,51 \pm 2,10$ ; M:  $0,31 \pm 0,32$ ), agosto (H:  $1,95 \pm 1,41$ ; M:  $0,15 \pm 0,10$ ) y septiembre (H:  $2,36 \pm 1,74$ ; M:  $0,17 \pm 0,17$ ). El incremento para hembras se evidencia en los meses de febrero, abril, agosto y septiembre, y en los machos en enero, abril y noviembre; coincidiendo el mes de abril para ambos sexos.

*P. schultzi* de acuerdo con los valores del IGS y los estadios de madurez sexual analizados, reporta dos picos reproductivos: uno entre enero y abril y otro entre agosto y septiembre, lo que además se evidencia en la abundancia y mercaeo de individuos a lo largo del área de estudio.

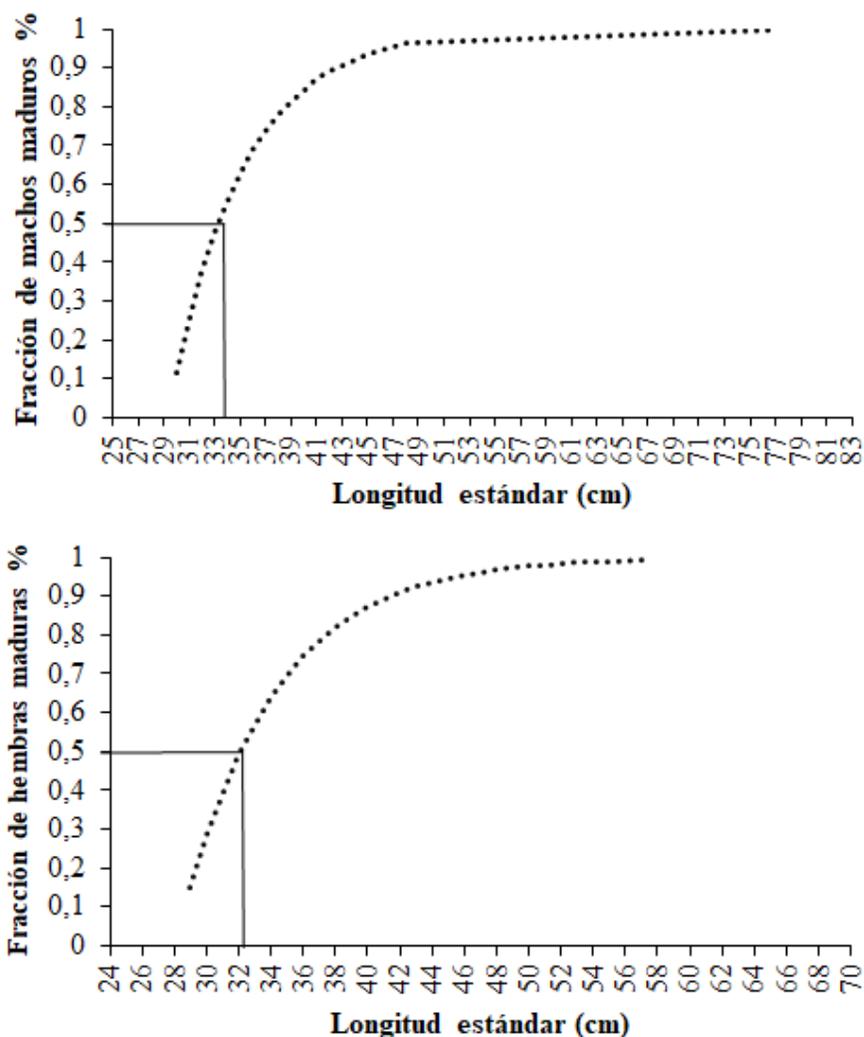
**Estimación de la fecundidad.** La fecundidad fue estimada a partir de 92 hembras analizadas en estadio III, con un rango de talla entre 29 y 78 cm LE con promedio de 44,7 cm LE, obteniendo una fecundidad promedio de 61.967 ovocitos por hembra, con una desviación estándar de  $\pm 35.317$ .

**Estimación de la talla mínima y media de madurez sexual.** Se observó que las hembras inician el proceso de madurez sexual a menor talla que los machos, estimando una talla mínima de madurez de 29 cm LE, mientras que para los machos fue de 30 cm LE. La talla media de madurez sexual se determinó en 32,2 cm para hembras y 33,8 cm LE para machos

(Figura 6). De acuerdo con lo anterior se plantea una talla de captura de 35 cm LE para *P. schultzi* en el río Atrato.

**Conducta trófica.** Se determinaron seis ítems alimenticios en la dieta de *P. schultzi*: restos de peces, material vegetal, restos de crustáceos, anélidos, restos de insectos y material digerido. El ítem restos de peces, de acuerdo con la frecuencia de ocurrencia, frecuencia numérica, gravimetría e índice de importancia relativa, fue el más representativo alcanzando un valor superior a 42% (Tabla 4 y Figura 7), lo que permite sugerir que *P. schultzi* es una especie carnívora con preferencia en peces y consumos secundarios u ocasionales de anélidos, crustáceos e insectos. Del total de los estómagos, 62,9% se encontraron vacíos.

**Producción pesquera.** Esta especie se comercializa ampliamente en Quibdó, entre 15.000 y 20.000 pesos por kg, dependiendo de la temporada de oferta de otras especies; es obtenida generalmente a través de tolas (cuyas carnadas son generalmente especies de *Astyanax*) y trasmallos. La captura total registrada en las siete comunidades de la cuenca media y baja del río Atrato fue de 472,281 kg, entre los meses de julio de 2014 a junio de 2015, con una captura por unidad de esfuerzo (CPUE) promedio de 0,62 kg/hora. La comunidad con mayor contribución a estos desembarques fue Puné con 34,4% (Figura 8) y sus capturas se efectuaron principalmente con tola durante todos los meses del año, pero con pico en agosto (29,8%) y julio (24,9%).



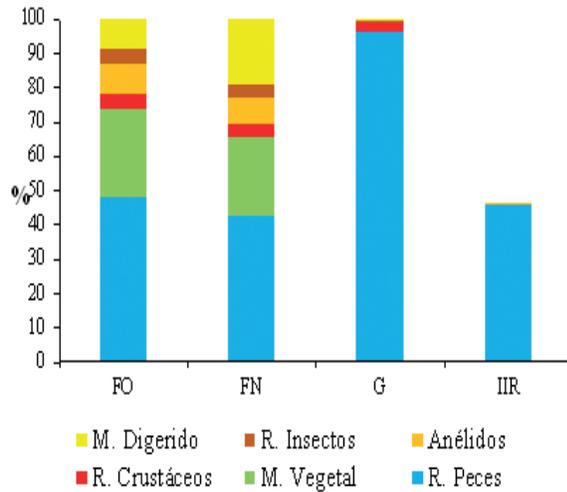
**Figura 6.** Talla media (TMM) de madurez sexual para hembras y machos de *P. schultzi* en la cuenca media y baja del río Atrato.

**Tabla 4.** Conducta trófica de *P. schultzi* en la cuenca media y baja del río Atrato

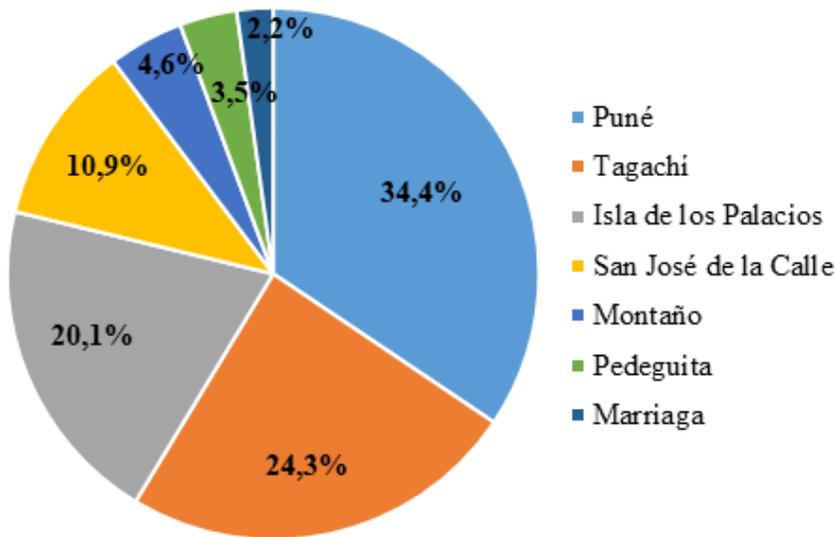
Ítems	FO %	FN %	G %	IIR %
R. peces	47,8	42,3	95,9	45,8
M. vegetal	26	23	0,24	0,06
R. crustáceos	4,3	3,8	2,7	0,11
Anélidos	8,6	7,6	0,12	0,01
R. insectos	4,3	3,8	0,08	0,003
M. digerido	21,7	19,2	0,86	0,18

## Discusión

La talla promedio de captura de 40 cm LE de Ortega-Lara *et al.* (2011) y la de Ramos y Rengifo (2010) para el río Quito fue de 38,9 cm LE, superiores a la estimada en este trabajo (36,9 cm LE). Tales diferencias se asocian, con la dinámica hídrica de la cuenca del Atrato y con las diferentes áreas de estudio, porque, las condiciones ambientales de la zona de captura, varían durante un año y entre años, debido a las fluctuaciones del volumen de agua, que son



**Figura 7.** Conducta trófica de *P. schultzi* en la cuenca media y baja del río Atrato.



**Figura 8.** Desembarcos de *P. schultzi* en las localidades objeto de estudio en la cuenca media y baja del río Atrato.

reguladas por las lluvias a nivel local y regional (Mosquera-Murillo 2017). Estas diferencias también se asocian con la disponibilidad de alimento y con el efecto de las actividades antropogénicas, así como por la selectividad del arte de pesca utilizado, la presión pesquera ejercida sobre el recurso y el número de individuos colectados (Olaya-Nieto *et al.* 2011), debido a que estos factores pueden ocasionar que fenómenos como el reclutamiento y la reproducción pueden variar entre años, afectando el vigor de las tallas y por ende las estructuras de las mismas (López *et al.* 2001). El análisis de la relación potencial para las variables longitud y peso, evidencia que existe una estrecha relación entre estas dos medidas, sustentada por el alto valor de correlación (0,97). El coeficiente de crecimiento (*b*) de esta relación para sexos

combinados con promedio de 2,9, indicó un crecimiento de tipo isométrico para la especie en el río Atrato, resultado que concuerda con lo reportado por Rivas-Lara *et al.* (2017), quienes reportan también un crecimiento isométrico ( $b= 2,8$ ) para el Atrato. Esto permite inferir que, su ritmo de crecimiento es constante a pesar de la presión, sea ambiental o antrópica, a la que está sometida la especie en la cuenca del Atrato. No obstante, las variaciones mensuales presentadas por este coeficiente, pasando de alométrico negativo a positivo ( $b < 1,7$  y  $b > 3,3$ ) pueden ser utilizada como información adicional del estudio sobre ciclos estacionales de los procesos alimenticios y reproductivos (Lima-Junior *et al.* 2002) y para analizar diferencias de longitud y peso entre meses y años, especialmente cuando ha cambiado la dinámica de los cuerpos de agua, por lo que su estudio es muy importante para comprender el ciclo de vida (Lizama y Ambrósio 2002).

El factor de condición es un buen indicador del crecimiento y un parámetro útil para conocer la conveniencia de un determinado ambiente sobre una especie (Gulland 1983), siendo más utilizado que el coeficiente de crecimiento (*b*) porque las variaciones observadas en este último son usualmente pequeñas para indicar la condición o bienestar de la especie basándose en la hipótesis de que los

peces más pesados de una misma talla están en mejor condición que los menos pesados. Los valores de kg registrado para machos y hembras nos indican el grado de alimentación y sobrealimentación en que se encuentra la población de *P. schultzi* en la cuenca del Atrato; datos similares fueron reportados por Palacios *et al.* (2005) y Román-Valencia (2004), quienes dan a conocer valores por encima de uno, lo que nos lleva a asumir que la especie hace uso óptimo de la oferta alimentaria presente en el medio, indicando que de alguna manera persisten condiciones ambientales que propician la buena alimentación de los individuos.

La proporción sexual de 1,3(H):1(M) de *P. schultzi* en la cuenca del Atrato, muestran resultados similares a los de Maturín *et al.* (2005). Solo enero, marzo, mayo, octubre, noviembre y diciembre la población presentó tendencia al equilibrio de sexos; esta tendencia puede ser consecuencia de los aparejos de pesca utilizados en la cuenca, los cuales son selectivos a las hembras, debido a que estas generalmente alcanzan mayor tamaño que los machos.

De acuerdo con los valores del IGS, la especie presenta dos picos reproductivos que van de enero a abril y de agosto a septiembre, coincidiendo con los datos suministrados por Román-Valencia (2004), Maturín *et al.* (2005) y Flores y Montoya (1985). El primer autor determinó, como posible período de madurez sexual, entre enero a marzo; el segundo y colaboradores evidenciaron que a partir del mes de agosto la especie inicia el proceso de maduración sexual, y posiblemente en el mes de septiembre se lleva a cabo la máxima maduración y luego el desove; Flores y Montoya (1985) reportan dos picos de madurez para *P. schultzi*: uno entre abril a mayo y otro entre noviembre a diciembre, siendo el primero el de mayor actividad. La época reproductiva de la especie está asociada con el período de sequía y aguas altas, que produce la migración o desplazamiento de con fines reproductivos, los cuales empiezan cuando los niveles del río disminuyen y el pez lo remonta buscando las áreas de dispersión en donde finaliza su maduración gonadal, con el consecuente desplazamiento hacia el cauce principal donde efectúan el desove.

El promedio de ovocitos arrojado por hembra en este estudio (61.967), es inferior a los registrados por Maturín *et al.* (2005) y Román-Valencia (2004), cuyos valores fueron de 104.438 y 104.297 ovocitos respectivamente. Diferencias que se pueden atribuir

a las épocas en que se realizaron los estudios y la presión pesquera que están siendo sometidas estas poblaciones en la actualidad. Cabe señalar que la fecundidad en los peces varía dependiendo de la edad del individuo, siendo mayor el número de huevos producidos por una hembra que presenta un mayor peso y tamaño (Duarte y Alcaraz 1989). En este caso estas diferencias también pueden estar asociadas directamente con las tallas de los ejemplares analizados, porque, la talla promedio registrada por Román-Valencia (2004) fue de 49,1 cm LE y el de esta investigación fue de 44,7 cm LE.

Las tallas mínimas de madurez sexual estimadas para machos y hembras fueron superiores a las reportadas por Maturín *et al.* (2005) (24 y 26 cm LE) en el río Atrato, mientras que las tallas medias de madurez sexual encontradas en esta investigación (32,2 y 33,8 cm LE) comparadas con estos mismos autores (38,5 y 41 cm LE) fueron inferiores. Las variaciones pudieran estar asociadas a que estas tallas son consideradas como una característica no constante en los peces, ya que puede variar en tiempo y espacio dentro de una misma población, debido a la intervención de factores hereditarios, fisiología del organismo en relación con sus características genéticas, factores ambientales, variabilidad de la oferta alimentaria en el medio y las zonas de muestreos (Nikolsky 1963). Respecto a que las hembras inician el proceso de madurez sexual a menor talla que los machos, autores como Wootton (1990) y Tyler y Sumpter (1996) coinciden en que no todos los organismos de una población y entre poblaciones maduran al mismo tamaño, ya que, este parámetro se puede ver influido por diversos factores como el acervo genético, tasas de crecimiento y mortalidad, longevidad de la especie, estrés poblacional, disponibilidad de alimento, temperatura y edad.

La dieta alimenticia de *P. schultzi*, carnívora con preferencia por los peces, confirman la tendencia ictiófaga de esta especie en su alimentación, no sólo para la cuenca del Atrato sino también para otras cuencas de Colombia. Maldonado-Ocampo *et al.* (2005) también reportan que esta especie es un pez carnívoro, que se alimenta principalmente de peces, larvas de insectos acuáticos y detritus. Mientras que, Román-Valencia (2004) encontró como alimentos frecuentes (23%) sobre todo en peces como *Imparfinis nemacheir* y *Cetopsorhamdia boquillae*, y restos de los mismos (vértebras escamas y aletas), seguidos por

restos de *Guadua angustifolia* (7%), donde seguramente, parte de la planta sumergida, las especies *I. nemacheir* y *C. boquillae* la utilizan como áreas para alimentarse y por ende se evidencia en los estómagos del bagre sapo. Por otro lado, Ortega-Lara *et al.* (2011) consideran a esta especie de hábitos omnívoros porque se alimenta de peces como *Astyanax fasciatus*, *Leporinus striatus*, *Pimelodus* sp., Heptaptéridos y restos de materia vegetal. La elevada proporción de estómagos vacíos podría deberse a varios factores: la expulsión violenta de los organismos ingeridos como respuesta del animal a la forma de captura, igualmente a su proceso digestivo, porque, posee un intestino más corto con estómago voluminoso, pH ácido y presencia de jugos gástrico que favorecen el proceso digestivo rápido; este último factor también puede estar incidiendo en el porcentaje de material muy digerido encontrados en los estómagos analizados (Lagler *et al.* 1984, García de Jalón *et al.* 1993, Zavala-Camin 1996). La hora de captura, también estaría incidiendo en la proporción de los estómagos vacíos, porque las capturas se pueden realizar horas después de que los organismos ya han ingerido el alimento.

La producción pesquera de *P. schultzi* en este estudio, teniendo en cuenta la estimación de la CPUE, fue mayor (0,62 kg/h/año) si se compara con la investigación de Ortega-Lara *et al.* (2011) en la cuenca media del río Atrato, quienes estimaron una CPUE de 0,17 kg/h en cuatro localidades, entre los meses de agosto y diciembre de 2009. Tales diferencias podrían atribuirse a que, en esta investigación el período de muestreo fue mayor (julio de 2014 a junio de 2015), al igual que las localidades (siete localidades en la cuenca media y baja del río). Estas diferencias también se asocian con el esfuerzo de muestreo, arte de pesca, tiempo de muestreo, volumen y áreas de captura.

A pesar de los resultados obtenidos, respecto a los volúmenes de desembarco, el bagre sapo junto con otras especies comercializadas en el río Atrato, ha disminuido sus volúmenes de captura, tanto así, que hoy en día, ocupa el sexto lugar después del bocachico (*Prochilodus magdalen*), el quicharo (*Hoplias malabaricus*), la mojarra amarilla (*Caquetaia kraussii*), la doncella (*Ageneiosus pardalis*) y el dentón (*Megaleporinus muyscorum*) (Rivas-Lara *et al.* 2017), lo que podría estar relacionado con su comercialización y

consumo, presentando una gran demanda que genera una presión constante sobre sus poblaciones, sin dejar atrás el efecto de las actividades antropogénicas como la contaminación, minería y deforestación. Los mayores desembarcos que se presentaron durante el mes de agosto y julio, no son coincidentes para la cuenca del río Atrato con los reportados por Incofer-CCI (2007) para marzo, MADR-CCI (2008) para mayo y noviembre, MADR-CCI (2009) para abril, Usma *et al.* (2009) para marzo y mayo y Ortega-Lara *et al.* (2011) para noviembre, lo que indica la variabilidad en las capturas de la especie a lo largo del año, que posiblemente se relacione con los procesos migratorios de la misma, eventos climáticos como sequías e inundaciones, épocas reproductivas, áreas de desembarcos, sitio y hora de captura.

## Conclusión

El bagre *Pseudopimelodus schultzi* es una especie que amerita especial atención, porque se encuentra en la categoría casi amenazada y tiene gran importancia a nivel de comercialización y consumo; en los últimos años se ha registrado una disminución debido a la gran demanda y presión pesquera que se ejerce sobre este recurso. Esta especie presenta un crecimiento isométrico en la cuenca media y baja del río Atrato, con dieta alimenticia carnívora de preferencia por los peces, talla promedio de captura de longitud estándar menor que en el resto de la cuenca, cuya época o período reproductivo, se presenta en dos picos, de enero a abril y de agosto a septiembre.

## Agradecimientos

Esta investigación se llevó a cabo gracias al convenio suscrito entre la Universidad Tecnológica del Chocó (UTCH) y la Corporación Autónoma para el Desarrollo Sostenible del Chocó (CODECHOCO) dentro del marco del proyecto “Diseño e Implementación de Protocolos de Producción de Especies Ícticas Nativas en la Cuenca del río Atrato” financiado por el Sistema General de Regalía a través de Colciencias. También agradecemos el apoyo a las comunidades objeto de estudio y a los integrantes del grupo de investigación de Zoología línea Ictiología de la UTCH.

## Literatura citada

- Arancibia H, Cubillos L, Remmaggi J, Alarcón R. 1994. Determinación de la talla de primera madurez sexual y fecundidad parcial en la sardina común, *Strangomera bentincki* (Norman, 1936), del área de Talcahuano. Chile Biol Pesq. 23: 11-7.
- Bagenal TB, Tesch FW. 1978. Age and growth. In: Bagenal TB (Ed.). Methods for assessment of fish production in fresh waters. IBP Handbook N° 3. Oxford: Blackwell Scientific Publications; 101-36.
- Duarte CM, Alcaraz M. 1989. To produce many small or few large eggs: a size-independent reproductive tactic of fish. Oecologia. 80: 401-4.
- Echeverría TW. 1987. Thirty-four species of California rockfishes: maturity and seasonality of reproduction. Fish Bull. 85: 229-50.
- Flórez P, Montoya P. 1985. Aspectos bioecológico y pesquero de tres especies de peces nativos en el embalse de Salvajina, Suárez, Cauca. CVC. Congreso Nacional sobre Biodiversidad; pp. 191-8.
- García de Jalón D, Mayo M, Hervella F, Barceló E, Fernández T. 1993. Principios y técnicas de gestión de la pesca en aguas continentales. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España; 247 pp.
- Goulding M. 1979. Ecología da pesca do rio Madeira. CNPq/INPA. Manaus; 172 pp.
- Gulland J. 1983. Fish stock assessment: a manual of basic methods. V. 1 (Series on Food and Agriculture). FAO/Wiley and Sons, New York; 223 pp.
- Hilborn R, Walters CJ. 1992. Quantitative fisheries stock assessment. Choice, dynamics and uncertainty. Chapman & Hall, New York; 570 pp.
- Holdridge LL. 1996. Ecología basada en zonas de vida. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), San José, Costa Rica.
- Hyslop EJ. 1980. Stomach contents analysis, a review of methods and their application. J Fish Biol. 17: 411-29.
- IGAC-Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 1997. Zonificación Ambiental para el plan modelo colombiano-brasileño (eje Apaporis-Tabatinga). Ed. Linitipia Bolívar. Bogotá, Colombia; 410 pp. Disponible en: [www.igac.gov.co](http://www.igac.gov.co)
- Instituto Colombiano de Desarrollo Rural – Incoder y Corporación Colombia Internacional – CCI. 2007. Pesca y Acuicultura Colombia 2006. Corporación Colombia Internacional. Bogotá, Colombia; 138 pp.
- Kaiser C. 1973. Gonadal maturation and fecundity of horse mackerel, *Trachurus murphyi* Nichols off the coast of the Chile. Trans Amer Fish Soc. 102 (1):101-8.
- Laevastu T. 1980. Manual de métodos de biología pesquera. Editorial Acribia. Zaragoza, España; 243 pp.
- Lagler K, Bardach J, Miller R, May-Passino DR. 1984. Ictiología. AGT. México D.F. México; 489 pp.
- Lima-Junior SE, Cardone IB, Goitein R. 2002. Determination of a method for calculation of allometric condition factor of fish. Act Scientiarum. 24: 397-400.
- Lizama M, de los AP, Ambrósio AM. 2002. Condition factor in nine species of fish of the Characidae family in the Upper Paraná River floodplain, Brazil. Braz J Biol. 62 (1): 113-24.
- López LH, Baigún CRM, Iwaszkiw JM, Delfino RL, Padin OH. 2001. La cuenca del Salado: uso y posibilidades de sus recursos pesqueros. Editorial de la Universidad de La Plata. Buenos Aires, Argentina; 91 pp.
- Maldonado-Ocampo JA, Ortega-Lara A, Usma JS, Galvis G, Villa-Navarro FA, Vásquez L, et al. 2005. Peces de los Andes de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá; 345 pp.
- Maldonado-Ocampo JA, Vari RP, Usma JS. 2008. Checklist of the freshwater fishes of Colombia. Biota Colomb. 9 (2): 143-237.
- Maldonado-Ocampo JA, Usma JS, Villa-Navarro FA, Ortega-Lara A, Prada-Pedreos S, Jiménez LF, et al. 2012. Peces dulce acuícolas del Chocó Biogeográfico de Colombia. WWF Colombia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Universidad del Tolima, Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP), Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia; 400 pp.
- Marrero C. 1994. Métodos para cuantificar contenidos estomacales en peces. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Ezequiel Zamora-Unellez. Caracas, Venezuela; 36 pp.
- Maturín M, Palacios-Casas JA, Lozano-Largacha Y, Mosquera H, Rivas T. 2005. Biología reproductiva del bagre sapo *Pseudopimelodus zungaro* (Peces: Pimelodidae) en el río Atrato-Colombia. pp. 132-5. En: Rivas T, Rincón C, Mosquera H (Eds.). Memorias VIII Simposio Colombiano de Ictiología. Universidad Tecnológica del Chocó “Diego Luis Córdoba”, Acitios. Quibdó, Colombia.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural – MADR, Corporación Colombia Internacional – CCI. 2008. Pesca y Acuicultura Colombia 2007 Informe Técnico Regional Cuencas del Magdalena, Sinú y Atrato. Corporación Colombia Internacional. Bogotá; 88 pp.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural – MADR, Corporación Colombia Internacional – CCI. 2009. Pesca y Acuicultura Colombia 2008 Informe Técnico Regional Cuencas del Magdalena, Sinú y Atrato. Corporación Colombia Internacional. Bogotá; 70 pp.
- Mosquera-Murillo Z. 2017. Aspectos limnológicos y su relación con la producción pesquera. Capítulo 6. pp. 126-36 En: Rivas-Lara TS, Mosquera-Murillo Z, Vidal-Mosquera MP, Gómez-Vanega HD, Moreno López AY. Aproximación al conocimiento de los peces y las pesquerías en el río Atrato en el marco del proyecto “Diseño e implementación de protocolos de producción de especies ícticas nativas de la cuenca del Atrato”, Universidad Tecnológica del Chocó. Quibdó, Colombia; 103 pp.
- Nikolsky GV. 1963. The ecology of fishes. Academic Press, London, New York; 352 pp.
- Olaya-Nieto CW, Segura-Guevara FF, Tordecilla-Petro G, Martínez-González AL, Appeldoorn RS. 2011. Estimación de los parámetros biológicos básicos de peces comerciales del río Sinú. Fase I. Informe final. Lórica: Laboratorio de Investigación Biológico Pesquera-LIBP, Programa de Acuicultura, Departamento de Ciencias Acuícolas, Facul-

- tad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Córdoba. Colombia; 100 pp.
- Ortega-Lara A, Rivas-Lara TS, Rincón-López CE. 2011. *Pseudopimelodus schultzi*. pp. 547-550. En: Lasso CA, Agudelo Córdoba E, Jiménez-Segura L., Ramírez-Gil H, Morales-Betancourt M, Ajiaco-Martínez RE, et al. (Eds.). I. Catálogo de los recursos pesqueros continentales de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá; 715 pp.
- Ortega-Lara A. 2012. *Pseudopimelodus schultzi*. pp. 246-248. En: Mojica JI, Usma JS, Álvarez-León R, Lasso CA (Eds.). 2012. Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, WWF Colombia y Universidad de Manizales Bogotá, Colombia; 319 pp.
- Palacios J, Maturin M, Lozano-Largacha J, Casas JY, Mosquera H, Rivas-Lara TS. 2005. Hábitos alimenticios y factor de condición del bagre sapo *Pseudopimelodus zungaro* (Peces: Pimelodidae); en el río Atrato-Colombia. Pp. 349-354. En: Rivas-Lara T., Rincón CE, Mosquera HR (Compiladores). Memorias VIII Simposio Colombiano de Ictiología. Quibdó, Colombia. Universidad Tecnológica del Chocó "Diego Luis Córdoba"; 376 pp.
- Pauly D. 1984. Fish population dynamics in tropical waters: a manual for use with programmable calculators. International Center for living Aquatic Resources Management ICLARM. Studies and Reviews 8. Manila; 325 pp.
- Peña-Ledesma JM, Useche-López CA. 2003. Reproducción inducida del peje sapo o bagre *Pseudopimelodus zungaro* (Siluriformes: Pimelodidae), empleando extracto de hipófisis de carpa y Prymogonil. Dahlia. Rev Asoc Colomb Ictiol. 6: 7-15.
- Ramos YM, Rengifo-Parra Y. 2010. Algunos aspectos bioecológicos de seis especies de bagres presentes en la cuenca del río Quito afluente del Atrato. (Trabajo de grado). Programa de Biología. Universidad Tecnológica del Chocó "Diego Luis Córdoba"; 56 pp.
- Ricker W. 1975. Computation and interpretation of biological statistics fish populations. J Fish Res Bd. 191: 382.
- Rivas-Lara TS, Vidal-Mosquera MP, Gómez-Vanega HD. 2017. Principales especies de importancia comercial en la pesca del Atrato. Capítulo 3. pp. 36-86 En: Rivas-Lara TS, Mosquera-Murillo Z, Vidal-Mosquera MP, Gómez-Vanega HD, Moreno López AY. 2017. Aproximación al conocimiento de los peces y las pesquerías en el río Atrato en el marco del proyecto "Diseño e implementación de protocolos de producción de especies icticas nativas de la cuenca del Atrato", Universidad Tecnológica del Chocó. Quibdó, Colombia; 103 pp.
- Román-Valencia C. 1995. Lista anotada de los peces de la cuenca del río La Vieja, alto Cauca, Colombia. Boletín Ecológica. 29: 11-20.
- Román-Valencia C. 2004. Datos bioecológicos del pejesapo *Pseudopimelodus zungaro* (Siluriformes: Pimelodidae), de los ríos Atrato y la vieja. Dahlia. Rev Asoc Colomb Ictiol. 29-31.
- Sparre P, Venema S. 1992. Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1 - Manual. FAO Fish Tech Pap. 306/1 Rev. 1. FAO Rome.
- Tresierra A, Culquichicón Z. 1993. Biología pesquera. Trujillo, Perú; Editorial Libertad.
- Tresierra A, Culquichicón Z. 1995. Manual de biología pesquera. Trujillo, Perú; Editorial La Libertad; 227 pp.
- Tyler CR, Sumpter JP. 1996. Oocyte growth and development in teleosts. Rev Fish Biol Fresheries. 6: 287-318.
- Usma MC, Valderrama M, Escobar M, Ajiaco RE, Villa F, Castro F, et al. 2009. Peces dulceacuícolas migratorios en Colombia. pp. 103-31. En: Plan Nacional de las Especies Migratorias. WWF. Dirección de ecosistemas. Bogotá.
- Vazzoler AE A de M. 1996. Biología de reproducción de peces teleósteos: teoría y práctica. Maringá: EDUEM. São Paulo: SBI; 169 pp.
- Weatherley A. 1972. Growth and ecology of fish populations. London: Academic Press.
- Wenner AM. 1972. Sex ratio as a function of size in marine crustacean. Am Not. 186: 321-51.
- Windell JT. 1971. Food analysis and rate of digestion. In: Ricker WE. (ed.). Methods for assessment of fish production in fresh waters. 2nd edition. Blackwell Scientific Publications. Oxford. pp. 215-26.
- Wootton RJ. 1990. Ecology of teleost fishes, USA; 386 pp.
- Zavala-Camin L. 1996. Introdução aos estudos sobre alimentação natural em peixes. Editora da Universidade Estadual de Maringá- EDUEM. Maringá, Brasil; 129 pp.