

## Artículo Original

### Características biológicas y poblacionales del “boquichico” *Prochilodus nigricans* en río Ucayali – Perú (2008-2013)

#### BIOLOGICAL AND POPULATION CHARACTERISTICS OF THE “BOQUICHICO” *Prochilodus nigricans* IN UCAYALI RIVER – PERU (2008-2013)

STIVE FLORES-GÓMEZ<sup>1\*</sup>, JOSÉ CARLOS RIOFRÍO-QUIJANDRÍA<sup>2</sup>,  
LILIA ENNY SALAZAR-RAMÍREZ<sup>1</sup>, JAVIER OSCAR ZA VALETA-FLORES<sup>1</sup>

Recibido: 14 marzo de 2021 / Aceptado: 20 marzo de 2022

<sup>1</sup>Área de Investigaciones de Recursos en Aguas Continentales, Instituto del Mar del Perú, Callao, Perú

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú

### Resumen

“Boquichico” *Prochilodus nigricans* es la especie más explotada por la flota pesquera comercial en la amazonia; como recurso, es de importancia alimenticia y socioeconómica a nivel regional. Dada a su importancia, el objetivo del estudio fue conocer sus características poblacionales en el río Ucayali, dando énfasis a los aspectos reproductivos, demográficos (estructura de tallas, edad y crecimiento). Se utilizaron ejemplares que sistemáticamente fueron obtenidas de manera mensual durante del año 2008 al 2013, de la pesquería comercial que desembarca en el puerto de Pucallpa (Ucayali). Se realizaron muestreos biológicos donde se registraron mediciones en cada ejemplar. Según los resultados obtenidos, la reproducción es de carácter estacional, ocurriendo el desove con intensidad en la transición a creciente (octubre a diciembre). Se estimó la talla de madurez (TM) de hembras en 23,5 cm LT (longitud total). La mayor proporción de hembras se observó en transición a vaciante (abril-junio), mientras que presentó diferencia a favor de los machos en transición a creciente (periodo de desove intenso). El análisis de la estructura de tallas mostró que el stock explotado estuvo compuesto por ejemplares cuyas tallas oscilaron entre de 10 a 36 cm LT. La talla media de captura anual fue inferior a la TM en todos los años. La ecuación de crecimiento de von Bertalanffy definida por  $L_t = 36,2 * [1 - e^{(-0,31(t-0,51)}]$  permite inferir que la especie es de rápido crecimiento y que podría vivir en teoría más de 9 años. Los peces exhibieron mejor robustez en los periodos de creciente (enero-marzo) y transición a vaciante, donde los bosques inundados se convierten en hábitats óptimos para el desarrollo y crecimiento de la especie. La estacionalidad de las precipitaciones juega un rol clave para el éxito de la reproducción y el crecimiento de “boquichico” en el río Ucayali.

**Palabras claves:** Prochilodus, reproducción, crecimiento, amazonia, Ucayali

### Abstract

“Boquichico” *Prochilodus nigricans* is the most exploited species by the commercial fishing fleet in the Amazon; as a resource, it is of nutritional and socioeconomic importance at the regional level. Given its importance, the objective of the study was to know its population characteristics in the Ucayali River, emphasizing reproductive and demographic aspects (size structure, age and growth). Specimens were used that were systematically obtained monthly during the year 2008 to 2013, from the commercial fishery that lands in the port of Pucallpa (Ucayali). Biological samplings were carried out where measurements were recorded in each specimen. According to the results obtained, reproduction is seasonal, spawning occurring with intensity in the transition to growing (October to December). The size at maturity (SM) of females was estimated at 23.5 cm TL (total length). The highest proportion of females was observed in transition to low water (April-June), while there was a difference in favor of males in transition to high water (intense spawning period). The analysis of the size structure showed that the exploited stock was composed of specimens whose sizes ranged from 10 to 36 cm TL. The average annual catch size was lower than the SM in all years. The von Bertalanffy growth equation defined by  $L_t = 36,2 * [1 - e^{(-0,31(t-0,51)}]$  allows us to infer that the species is fast growing and could theoretically live for more than 9 years. The fish exhibited better robustness in periods of flooding (January-March) and transition to low water, where flooded forests become optimal habitats for the development and growth of the species. The seasonality of rainfall plays a key role in the success of reproduction and the growth of “boquichico” in the Ucayali River.

**Keywords:** Prochilodus, reproduction, growth, amazonia, Ucayali.

\*Correspondencia de autor: E-mail: sflores@imarpe.gob.pe

## INTRODUCCIÓN

Las especies que sustentan la pesca comercial en los diferentes países que componen la cuenca del río Amazonas se encuentran dentro del género *Prochilodus*, siendo el “boquichico” *Prochilodus nigricans* (Prochilodontidae), una de las especies más explotadas (Ardura *et al.*, 2013; Quintero-Pinto, 2003; Sivasundar *et al.*, 2001).

En aguas amazónicas del Perú, según las estadísticas, dicha especie representa más del 39% del desembarque anual en la región Loreto (García *et al.*, 2009) y 25% en la región Ucayali (Riofrío, 1998). Por la tanto, se atribuye a que es una especie de alta importancia alimenticia, económica y social (Riofrío, 2002).

En la amazonia peruana son contados los estudios relacionados a la biología de las especies de importancia para la pesca (Duponchelle *et al.*, 2021). Por tal razón, el presente estudio tiene por objetivo aportar con el conocimiento de la reproducción y el crecimiento de “boquichico”, aspectos biológicos importantes, dado que de ambos depende el éxito del mantenimiento de su población (Suzuki y Agostinho, 1997).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### ÁMBITO DE ESTUDIO

Las muestras biológicas fueron obtenidas mensualmente de los desembarques de la flota pesquera comercial en el puerto de Pucallpa (551899.46 m E, 9072670.78 m S - UTM) durante los años 2008 – 2013, por el Programa de Seguimiento de Pesquerías Amazónicas del Instituto del Mar del Perú. Se registró el lugar de procedencia del material biológico, determinando que las muestras provinieron principalmente de Callería, Utuquina, Abujao, Tamaya, Sheshea, Iparía y Aruya, sub cuencas que se encuentran dentro del ámbito geográfico de la región Ucayali (Figura 1).

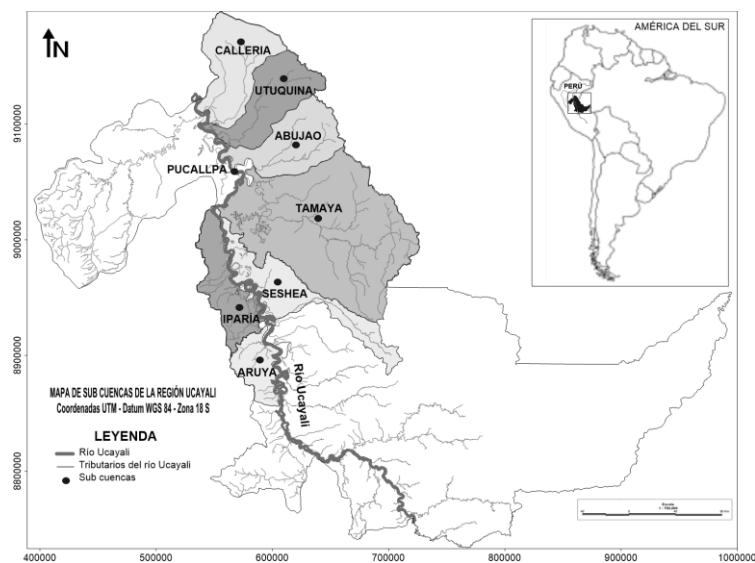


Figura 1. Mapa de sub cuencas de la región Ucayali. Los nombres corresponden a las zonas de procedencia del material biológico analizado.

Fuente: IMARPE ([www.imarpe.gob.pe/imarpe/detallereport1.php?id\\_seccion=I0131020401150000000000](http://www.imarpe.gob.pe/imarpe/detallereport1.php?id_seccion=I0131020401150000000000))

## OBTENCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Para el análisis de información se consideraron los registros de niveles del agua del río Ucayali tomados en la estación la Hoyada (Pucallpa) entre los años 2008-2013 por la Dirección Regional de Transporte Acuático de Ucayali.

En el muestreo biológico se observaron 10 individuos por clase de talla. En cada individuo se registraron la longitud total (LT, cm), peso total (PT, g), peso eviscerado (PE, g), sexo, fase de desarrollo gonadal [según escala de Flores (2013)] y el peso gonadal (g).

La longitud de cada pez fue medida con un ictiómetro considerando la medición a 0,5 cm, el peso total utilizando una balanza con 0,1 g de precisión y el peso de las gónadas con una balanza de 0,01 g de precisión.

## ANÁLISIS DE DATOS

La proporción sexual fue analizada por periodos hidrológicos del río Ucayali. La proporción teórica 1 H: 1M fue analizada aplicando la prueba estadística Chi cuadrado  $X^2$  ( $\alpha=0,05$ ), considerándose como significativo a  $x^2 \geq 3,84$  (valor de tabla: 1 grados de libertad).

El periodo de desove fue determinado por i) el análisis de la evolución mensual multianual del IGS (índice gonadosomático) acorde a criterios contemplados por Vazzoler (1996), Villamil-Moreno y Arias-Castellano (2011), pero empleando la ecuación propuesta por Buitrón *et al.* (2011):  $IGS = P_E/P_G \times 100$ . Dónde:  $P_G$  es el peso de las gónadas (g) y el  $P_E$  el peso eviscerado (g) de cada espécimen y ii) el análisis de la progresión mensual de estadios de madurez, considerando el porcentaje de hembras maduras.

La talla de madurez (TM) fue estimada según los términos de Cubillos (2005), quien la define como la talla en la ojiva de madurez a la cual existe 50% de probabilidad de observar un individuo maduro, expresando la siguiente ecuación  $P_L = 1/1+e^{\alpha + \beta L}$ . Dónde:  $\alpha$  y  $\beta$  son constantes;  $P_L$  es la proporción de hembras maduras a la talla L (cm). La TM fue definida por  $TM = \alpha/\beta$ . Se utilizó la información biológica de los meses dentro de la época de reproducción de los años 2008-2013.

El crecimiento se estimó con la fórmula von Bertalanffy  $L_t = L_\infty(1-e^{-K(t-t_0)})$ . Donde  $L_t$  es la talla del pez en la edad t;  $L_\infty$  es la longitud asintótica (longitud media que un pez alcanzaría si creciera indefinidamente), K es el coeficiente de desaceleración del crecimiento; e es la base del logaritmo neperiano (2,71828) y  $t_0$  es la edad teórica a la longitud cero.

Los parámetros de crecimiento K y  $L_\infty$  se obtuvieron mediante el Análisis Electrónico de Frecuencia de Longitudes (ELEFAN), rutina del paquete FiSAT-ICLARM Fish Stock Assessment Tools (Gayanilo y Pauly, 1997; Gayanilo *et al.*, 2005). El inicio de la curva de crecimiento se ajustó al mes pico de actividad reproductiva. Para un buen ajuste de la curva de crecimiento se consideró el año con mejor información de tallas.

El parámetro  $t_0$ , fue estimado por aplicación de la ecuación de Pauly (1979):  $\log_{10}(-t_0) = -0,392 - 0,275 \log_{10} L_\infty - 1,038 \log_{10} K$ . Donde  $t_0$ ,  $L_\infty$  y K son parámetros de la ecuación de von Bertalanffy.

El factor de condición de los peces fue calculado aplicando la ecuación modificada de Fulton (1904). En vez de considerar el peso total del pez, se consideró el peso eviscerado, con la finalidad de eliminar la interferencia del peso de la gónada y del alimento en el factor.  $FC = PE/LT^3 \times 100$ , donde PE es el peso eviscerado del pez y LT es longitud total.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizó el muestreo biométrico de 36246 ejemplares y biológico de 8715 ejemplares (4474 hembras y 4241 machos).

### PROPORCIÓN SEXUAL

La proporción sexual global fue favorablemente significativa ( $p < 0,05$ ) hacia las hembras. Sin embargo, en el análisis estacional se observó dominancia significativa de machos en transición a creciente (octubre-diciembre), donde el desove es intenso (Riofrío, 2002), y no significativa en vaciante (julio-setiembre); mientras que la proporción fue favorablemente significativa hacia las hembras en transición a vaciante (abril-junio) y no significativa en creciente (Tabla 1).

Tabla 1. Proporción sexual estacional de “boquichico” en el río Ucayali

Periodo/Parámetro	♀	♂	Total	Prop. Sexual ♀ : ♂	X <sup>2</sup>
Transición a creciente	614	639	1253	0,96 : 1,00	7,1*
Creciente	1072	952	2024	1,13 : 1,00	0,5
Transición a vaciante	1741	1561	3302	1,12 : 1,00	9,8*
Vaciante	1047	1089	2136	1,05 : 1,00	0,8
Total	4474	4241	8715	1,05 : 1,00	6,2*

\*Diferencia significativa

### ÉPOCA DE DESOVE

En análisis de la evolución mensual del IGS y del porcentaje de hembras en desove (%HD) evidenció que el desove de “boquichico” se da principalmente en la época de transición a creciente, inicia en setiembre (IGS = 0,5%; %HD = 0,8%), se intensifica desde octubre (IGS = 4,4%; %HD = 20,9%) alcanzando su máximo valor en diciembre (IGS = 18,5; %HD = 36,2%) y culminando en febrero (presencia de HD). Los bajos valores de IGS (< 0,5%) entre los meses de marzo y agosto indican que las hembras están reproductivamente inactivas (Figuras 2 y 3). Similares resultados fueron determinados por Riofrío (2002), pero que difieren temporalmente en relación a los resultados de Montreuil-Frías *et al.* (2001) quien estudió el ciclo reproductivo (donde el desove intenso acontece de enero a marzo) para la región Loreto y de Doria-Gonzalez *et al.* (2021) para el río San Jorge en Colombia (donde el desove intenso ocurre de abril a setiembre).

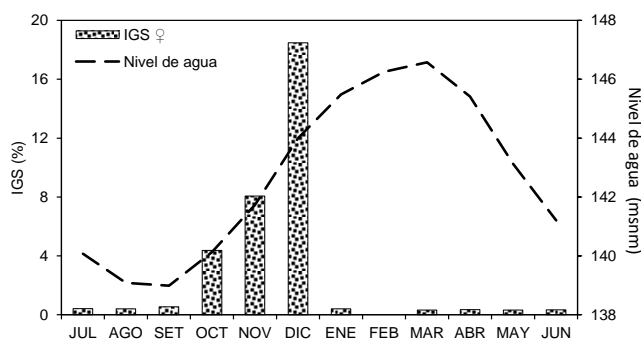


Figura 2. Variación mensual del índice gonadosomático (barras) de hembras de “boquichico” y del nivel de agua del río Ucayali (línea discontinua)

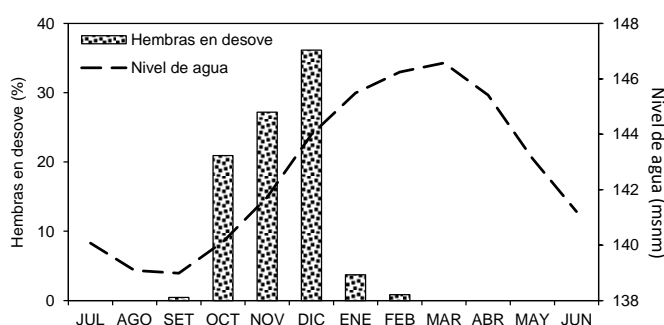


Figura 3. Variación mensual del porcentaje (barras) de hembras en desove (estadios 4 y 5) de “boquichico” y del nivel de agua del río Ucayali (línea discontinua)

### TALLA DE MADUREZ (TM)

Con base a la observación de 948 hembras observadas en los meses de reproducción del periodo 2008 – 2012, fue estimada en 23,5 cm LT (Figura 4), diferente a los estimados por Riofrío (2002) para el río Ucayali (24,3 cm LT), Montreuil-Frías *et al.* (2001) para la región Loreto (23,4 cm longitud horquilla), Doria-Gonzalez *et al.*, (2021) para el río San Jorge en Colombia (30,2 cm LT) y Silva & Stewart (2006) que reportó para el río Aguarico en Ecuador una talla de 22 cm longitud estándar. Variaciones que estarían relacionadas a las condiciones ambientales (Perea-Ganchou *et al.*, 2017) y explotación pesquera (Audzijonyte *et al.*, 2013) que el recurso tiene particularmente en cada cuenca.

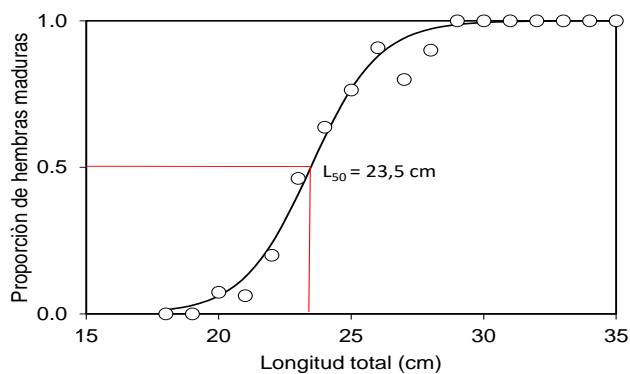


Figura 4. Talla de madurez en hembras de “boquichico” en el río Ucayali. (o) valores observados, (-) valores estimados y (-) indica TM

## ESTRUCTURA POR TALLAS

El rango de tallas osciló entre 10 y 36 cm. Se observaron dos modas en los años 2008 (moda principal en 20 cm y secundaria en 22 cm), 2009 (moda principal en 20 cm y secundaria en 25 cm) y 2010 (moda principal en 20 cm y secundaria en 13 cm). La talla media anual fue menor a la TPM (23,5 cm) en todos los años, determinándose el valor más bajo en el 2010 con 19,2 cm. El porcentaje de peces con tallas por debajo de TM fue mayor al 50% en casi todos los años, siendo más crítico en el 2008 donde la pesca tuvo alta incidencia sobre juveniles (75,2%) (Figura 5).

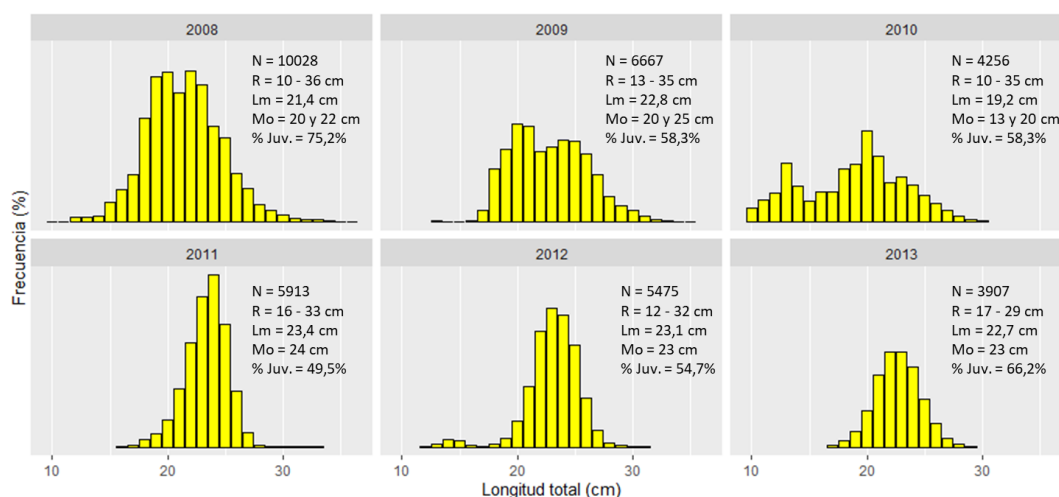


Figura 5. Estructura por tallas de “boquichico” desembarcado en el puerto de Pucallpa, 2008-2013. N: número de ejemplares; R: rango; Lm: longitud media; Mo: moda; %Juv: porcentaje de juveniles (fracción menor a 23,5 cm)

## EDAD Y CRECIMIENTO

$L_{\infty}$  se estimó en 36,2 cm LT y K en 0,31 año<sup>-1</sup>, con ellos la  $t_0$  en -0,51 año<sup>-1</sup>. La proyección del crecimiento aplicando la ecuación de von Bertalanffy permite estimar que “boquichico” puede alcanzar los 13,5 cm al primer año, 19,6 cm al segundo año y 24,0 cm al tercero (Figura 6); y alcanzar la longevidad (teórica) a los 9,7 años. Los resultados difieren poco de los determinados por Bonilla-Castillo *et al.* (2018), donde se estimó una  $L_{\infty}$  de 35,7 cm (longitud estándar) y K de 0,37 año<sup>-1</sup>.

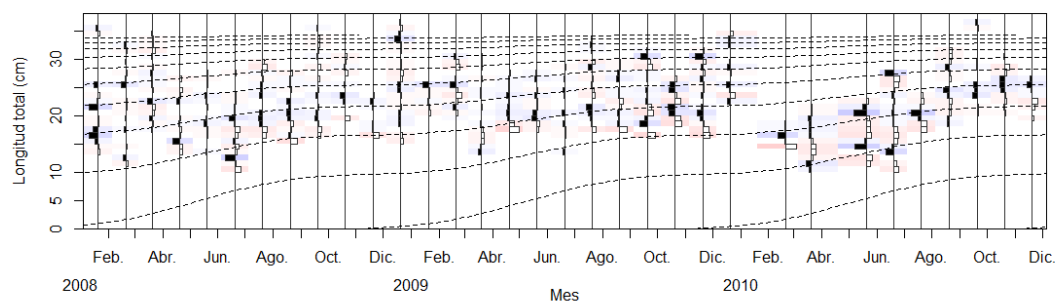


Figura 6. Histogramas de frecuencia de longitudes y la curva de crecimiento ajustada para “boquichico” (2008-2010)

## FACTOR DE CONDICIÓN

Los valores más altos (> 1,25) del factor de condición (FC) en hembras se observaron en el periodo diciembre – mayo (excepto en enero), que corresponde a la época de aguas altas, y viceversa en el periodo junio – noviembre, que corresponde a la época de aguas bajas con índices menores a 1,25 (Figura 7). Parece ser que “boquichico” aprovecha bien el detrito aportado a los ambientes acuáticos por el bosque inundado en la estación de aguas altas, periodo en que almacenaría energía para invertirla en la maduración gonadal durante los meses de octubre y noviembre (donde los valores del FC de los peces son bajos), tal como lo hace *Potamorhina altamazonica* (Flores-Gómez, 2015).

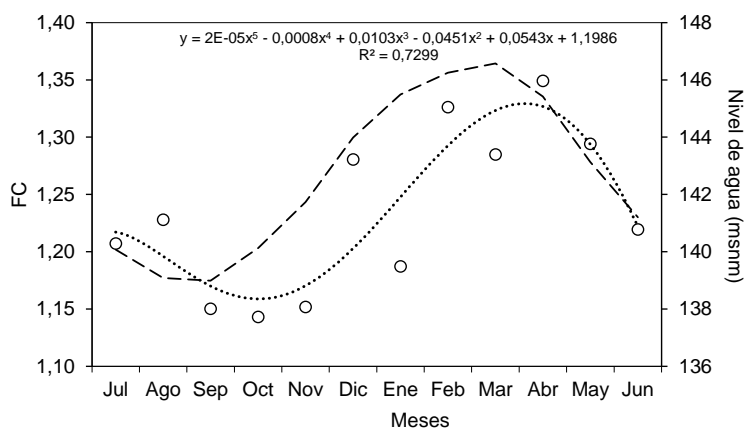


Figura 7. Variación mensual del factor de condición (FC) en hembras de “boquichico”, río Ucayali. (o) son valores de FC, (...) es la curva ajustada de FC y (---) es el nivel de agua

## RECOMENDACIONES

El pulso de desove acontece principalmente en la transición a creciente, inicia al final de la vaciante (septiembre), es intenso entre noviembre y diciembre, y culmina en febrero. Se recomienda vedar al recurso en el río Ucayali en los meses de intenso desove para proteger y asegurar su reproducción y la renovación de su stock.

La alta incidencia de juveniles en la estructura demográfica evidencia signos de sobreexplotación del recurso y se recomienda al Estado peruano establecer la talla mínima de captura de 23,5 cm LT para la especie en el río Ucayali e implementar su control en lugares de desembarque.

## Referencias

- Ardura, A., Gomes, V., Linde, A. R., Moreira, J. C., Horreo, J. L., & Garcia-Vazquez, E. (2013). The Meeting of Waters, a possible shelter of evolutionary significant units for Amazonian fish. *Conservation Genetics*, 14(6), 1185-1192. <https://doi.org/10.1007/s10592-013-0505-8>
- Audzijonyte, A., Kuparinen, A., Gorton, R., & Fulton, E. A. (2013). Ecological consequences of body size decline in harvested fish species: positive feedback loops in trophic interactions amplify human impact. *Biology letters*, 9(2), 20121103-20121103. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2012.1103>
- Bonilla-Castillo, C. A., Córdoba, E. A., Gómez, G., & Duponchelle, F. (2018). Population dynamics of *Prochilodus nigricans* (Characiformes: Prochilodontidae) in the Putumayo river. *Neotropical Ichthyology*, 16(2). <https://doi.org/10.1590/1982-0224-20170139>
- Buitrón B, Perea A, Mori J, Sánchez J, Roque C. 2011. Protocolo para estudios sobre el proceso reproductivo de peces pelágicos y demersales. *Inf. Inst. Mar Perú*, 38 (4): 373-384.



- Cubillos L. 2005. Biología Pesquera y Evaluación de Stock. Laboratorio de Poblaciones Marinas y Análisis de Pesquerías, Departamento de Oceanografía, UDEC, Concepción, Chile. 198 p.
- Doria-Gonzalez, M. A., Espitia-Galvis, A. M., Segura-Guevara, F. F., & Olaya-Nieto, C. W. (2021). Biología reproductiva del bocachico *Prochilodus magdalenae* (Prochilodontidae) en el río San Jorge, Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 26(1), 54-61. <https://doi.org/10.15446/abc.v26n1.82907>
- Duponchelle, F., Isaac, V. J., Rodrigues Da Costa Doria, C., Van Damme, P. A., Herrera-R, G. A., Anderson, E. P., . . . Castello, L. (2021). Conservation of migratory fishes in the Amazon basin. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 31(5), 1087-1105. <https://doi.org/10.1002/aqc.3550>
- Flores VS. 2013. Influencia de las variaciones estacionales del nivel de agua sobre la reproducción y el crecimiento de *Potamorhina altamazonica* (COPE, 1879) en el río Ucayali, Perú. Tesis de maestría. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú. 51 p.
- Flores-Gómez, S. (2015). Parámetros Reproductivos de Llambina *Potamorhina altamazonica* (Characiformes: Curimatidae) en el Río Ucayali. *Revista De Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 26(2), 223–234. <https://doi.org/10.15381/rivep.v26i2.11004>
- Froese R, Binohlan C. 2000. Empirical relationships to estimate asymptotic length, length at first maturity and length at maximum yield per recruit in fishes, with a simple method to evaluate length frequency data. *Journal of Fish Biology*, 56: 758-773.
- García, A., Tello, S., Vargas, G., & Duponchelle, F. (2009). Patterns of commercial fish landings in the Loreto region (Peruvian Amazon) between 1984 and 2006. *Fish Physiology and Biochemistry*, 35(1), 53-67. <https://doi.org/10.1007/s10695-008-9212-7>
- Gayanilo FC, Pauly D. 1997. FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FiSAT) Reference Manual. FAO Computerized Information Series (Fisheries) N° 8. Rome. 262 p.
- Gayanilo FC, Sparre P, Pauly D. 2005. FAO-ICLARM Stock Assessment Tools II (FiSAT II). Revised version. User's guide. FAO Computerized Information Series (Fisheries) N° 8. Rome. 168 p.
- Montreuil-Frías, V., García-Vásquez, A., & Rodríguez-Viena, R. (2001). Biología reproductiva de "boquichico" *Prochilodus nigricans* en la amazonia peruana. *Folia Amazónica*, 12(1-2). <https://doi.org/https://doi.org/10.24841/fa.v12i1-2.122>
- Pauly D. 1979. Theory and management of tropical multispecies stocks. *ICLARM Studies and Reviews* N°1. Manila. Philippines. 35 p.
- Perea-Ganchou, F., Perdomo-Carrillo, D. A., Corredor-Zambrano, Z., Moreno-Torres, R., Pereira-Morales, M., & González-Estopiñán, M. (2017). Factores que afectan el desempeño reproductivo de tilapias del género *Oreochromis* en la zona baja del estado Trujillo, Venezuela. *Revista Científica*, XXVII(2), 78-86.
- Quintero-Pinto, L. G. (2003). Especies ícticas amazónicas promisorias para la acuicultura nacional En: Colombia Evento: IV Seminario Internacional de Acuicultura.
- Riofrío, J. (1998). Características de la pesquería comercial de consumo en Pucallpa (Ucayali-Perú). *Revista de Investigaciones Pecuarias IVITA*, 9(1), 67-77.
- Riofrío, J. C. Q. (2002). Biometric and reproductive aspects of Boquichico *Prochilodus nigricans* Agassiz, 1829 (Pisces: Prochilodontidae) in Ucayali, Perú. *Rev. Peruana de Biología*, 9(2), 111-115.
- Silva, E. A., & Stewart, D. J. (2006). Age structure, growth and survival rates of the commercial fish *Prochilodus nigricans* (bocachico) in North-eastern Ecuador. *Environmental Biology of Fishes*, 77(1), 63-77. <https://doi.org/10.1007/s10641-006-9055-y>
- Sivasundar, A., Bermingham, E., & Ortí, G. (2001). Population structure and biogeography of migratory freshwater fishes (Prochilodus: Characiformes) in major South American rivers. *Molecular Ecology*, 10(2), 407-417. <https://doi.org/10.1046/j.1365-294X.2001.01194.x>
- Suzuki HI, Agostinho AA. 1997. Reprodução de peixes do reservatório de Segredo. En: Agostinho AA, Gomes LC. Reservatório de Segredo, bases ecológicas para o manejo. Maringá (Brasil): EDUEM. p. 163-182.
- Vazzoler AE. 1996. Biología da reprodução de peixes Teleósteos: teoría y práctica. EDUEM, Maringá, Brasil. 169 p.
- Villamil-Moreno L, Arias-Castellanos A. 2011. Fecundidad de *Otocinclus spectabilis*. *Orinoquia* 15(1):41-47. [rt?codigo=3677224](https://doi.org/10.15446/oro.3677224) (13-03-2021).