

Biología Reproductiva de *Prochilodus nigricans* (Agassiz, 1829) “boquichico” en el bajo Amazonas, Loreto, Perú

Reproductive biology of *Prochilodus nigricans* (Agassiz, 1829) “boquichico” in Bajo Amazonas, Loreto, Peru

Daniela Padilla P.¹; Enrique Ríos I.¹; Victor Puicón N.^{2*}; German Augusto Murrieta Morey^{3, 4}

1 Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Facultad de Ciencias Biológicas. Iquitos, Perú.

2 Laboratorio de Histopatología animal, Facultad de Medicina Veterinaria, Escuela Profesional de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional de San Martín, Perú.

3 Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). Laboratorio de Parasitología y Sanidad Acuícola, Loreto, Perú.

4 Universidade Estadual do Maranhão (UEMA). Programa de Pós graduação em Ciência Animal (PPGCA), Maranhão, Brasil.

* Autor corresponsal: vhpuicon@unsm.edu.pe (V. Puicón N.)

ID ORCID de los autores:

D. Padilla P.: <https://orcid.org/0000-0002-3655-2224>

E. Ríos I.: <https://orcid.org/0009-0005-6277-6941>

V. Puicón N.: <https://orcid.org/0000-0003-2532-2551>

G. A. Murrieta Morey: <https://orcid.org/0000-0001-6244-2654>

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue determinar la talla de la primera madurez sexual, la proporción sexual y el índice gónadosomático de *Prochilodus nigricans* “boquichico” en la localidad de San Pablo, Bajo Amazonas, Región Loreto, Perú. El periodo de estudio comprendió desde noviembre 2020 hasta octubre 2021, en el cual se colectaron un total de 433 individuos procedentes de mercados, puertos y zonas de pesca. Se registraron 246 hembras (56,80%) y 187 machos (43,20%) y la proporción sexual fue de 1.3:1 a favor de las hembras. La talla de primera madurez sexual fue estimada en una longitud total 24,8 (24,6 – 25,1 cm) en hembras y en los machos en longitud total de 24,2 (23,9 – 24,6 cm). El índice gonadosomático presentó valores altos en los meses noviembre (IGS de 16,9% en hembras y 1,39% en machos) y diciembre (IGS de 13,5% en hembras y 1,24% en machos); siendo estos meses de mayor intensidad reproductiva de *P. nigricans*. Los hallazgos del presente estudio proponen la prohibición de la captura de esta especie en otras zonas pesqueras de la Amazonía peruana durante la época de reproducción considerada entre los meses de setiembre a marzo, además de brindar información importante para el desarrollo de estrategias efectivas en la conservación y manejo de las poblaciones de *P. nigricans* en el bajo Amazonas, Perú.

Palabras clave: Amazonía Peruana; peces amazonicos; Loreto; reproducción.

ABSTRACT

The objective of the present study was to determine the size at first sexual maturity, the sexual ratio and the gonadosomatic index of *Prochilodus nigricans* “boquichico” in the San Pablo city, Bajo Amazonas, Loreto Region, Peru. The study period was carried out from November 2020 to October 2021, in which 433 individuals were collected from markets, ports, and fishing areas. 246 females (56.80%) and 187 males (43.20%) were recorded, and the sex ratio was 1.3:1 in favor of females. The size at first sexual maturity was estimated at a total length of 24.8 (24.6 – 25.1 cm) in females and in males a total length of 24.2 (23.9 – 24.6 cm). The gonadosomatic index presented high values in November (IGS of 16.9% in females and 1.39% in males) and December (IGS of 13.5% in females and 1.24% in males); These are months of greatest reproductive intensity of *P. nigricans*. With these results, it is proposed to extend to other fishing areas of the Peruvian Amazon the prohibition of catching this species during the breeding season, which is from September to March. The findings of this study propose the prohibition of the capture of this species in other fishing areas of the Peruvian Amazon during the reproduction season considered between the months of September to March, in addition to providing important information for the development of effective conservation strategies. and management of *P. nigricans* populations in the lower Amazon, Peru.

Keywords: Peruvian Amazon; Amazon fish; Loreto; reproduction.

Recibido: 07-04-2024.

Aceptado: 03-07-2024.



Esta obra está publicada bajo la licencia [CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

INTRODUCCIÓN

La Amazonía representa la tercera parte de América del Sur (6' 112, 000 km²), la cual posee una abundante ictiofauna (entre 2,500 a 3,000 especies) (Junk & Soares, 2001), teniéndose más de 800 especies de peces descritas para la Amazonía peruana (Ortega et al., 2011), siendo los Siluriformes, Characiformes, Gymnotiformes y Perciformes los órdenes más representativos.

Los peces en la Amazonia tienen importancia económica, alimenticia (Imán et al., 2024) y cultural. En las regiones de Loreto, Ucayali y Madre de Dios se comercializan en los mercados (García et al., 2018), siendo el pescado un componente considerable dentro de la dieta familiar (Tello & Bayley, 2001). Cabe considerar que dentro de este grupo de especies se encuentra *Prochilodus nigricans* (Agassiz, 1829) comúnmente llamado "boquichico", una especie que se encuentra difundida abundantemente y distribuida en la cuenca amazónica relacionado con las llanuras aluviales (Catarino et al., 2019; Bayley et al., 2018) y que se considera una de las de mayor consumo en algunas regiones amazónicas brasileñas (de Lacerda et al., 2024).

En los últimos años, se han reportado nuevos linajes moleculares de esta especie (Lopes et al., 2020) así como su potencial capacidad de biomonitor ambiental (Loureiro et al., 2023), además, esta especie tiene una gran aceptación debido a su excelente carne y gran potencial para ser cultivadas en estanques acuícolas.

La captura de boquichico se ha incrementado durante los últimos años, es considerada como la principal especie en los desembarques anuales de la pesquería amazónica (alrededor del 30%) (García et al., 2018). Además, se presume que huevos y larvas provenientes de peces adultos en el Ecuador llegan hasta zonas de crianza hasta el Perú (Silva & Stewart, 2017), por lo que se considera que un manejo inadecuado de pesca podría interferir en peces juveniles migratorios transnacionales (Silva & Stewart, 2006). Por ello, un incremento de la presión de pesca sobre esta especie significaría un riesgo considerable en el equilibrio de la ictiofauna (Renno et al., 2005). Pese a este escenario, son pocas las investigaciones sobre la biología reproductiva boquichico, principalmente en la región Loreto, en especial en el bajo Amazonas, lo cual dificulta establecer estrategias de manejo sostenible de esta especie.

Boquichico alcanza su primera madurez sexual al año (Guerra et al., 2000), la talla de media madurez sexual se da a una longitud a la horquilla de 24,3 cm, en hembras, y de 23,4 cm en machos (Montreuil et al., 2001), para la cuenca del Ucayali se determinó la talla de madurez sexual en 24,5 cm

para los machos y para las hembras de 26,1 cm de longitud total (Riofrío, 2002), igualmente para la cuenca del Ucayali 21,8 cm (LH) para hembras y 21,1 cm (LH) para machos (Deza & Bazán, 2006); y en la cuenca del San Jorge (Colombia) la talla media de madurez sexual de esta especie se estimó en 30,2 cm LT (Gonzales et al., 2021). La longitud estándar de las larvas varía de 3,28 a 26,73 mm y la de los juveniles de 28,99 a 42,90 mm, lo cual indica un desarrollo temprano (da Silva et al., 2022). El periodo de reproducción de esta especie coincide con el inicio del aumento de aguas del río Amazonas (creciente) y no guarda mayor relación con el incremento de las precipitaciones locales (8,9,10); o entre los meses de octubre y enero (Deza & Bazán, 2006) o setiembre y marzo para la cuenca del Ucayali (Flores et al., 2021).

En los diferentes estudios la proporción sexual también no se evidenció diferencias significativas al asumir una relación 1:1 para la cuenca del Amazonas (Riofrío, 2002). En la cuenca del Ucayali, 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) (Flores et al., 2021) y en la cuenca del San Jorge la proporción sexual hembra: macho de 1,2:1, presenta desarrollo ovocitario sincrónico en dos grupos, un desove anual que se extiende de abril a septiembre asociado al ciclo hidrológico del río San Jorge (Gonzales et al., 2021).

Internacionalmente, se han reportado estudios actuales que evalúan los parámetros reproductivos en diferentes especies acuícolas como *Galaxias maculatus* (Chile) (Sandoval-Vargas et al., 2024), *Cyprinus carpio var. communis* (lago Arekit, Etiopía) (Sagaw et al., 2024), *Arius maculatus* en el estuario del delta del Mekong, Vietnam (Vo et al., 2024) determinando la importancia de estos estudios para la implementación de estrategias de gestión efectiva para garantizar la pesca sostenible de especies acuícolas en cautiverio y en libertad, por lo tanto, este tipo de estudios constituyen una base de datos importante para la conservación y manejo de especies acuícolas en la Amazonía.

Por lo tanto, en el Perú, el presente estudio representa un instrumento científico para el ordenamiento de la pesca y generar estrategias de manejo sostenible para la conservación de boquichico en la Región Loreto. El objetivo del presente trabajo de investigación fue determinar índices reproductivos como la talla de primera madurez sexual, la proporción sexual y el índice gónadosomático de *Prochilodus nigricans* "boquichico" en la localidad de San Pablo, Bajo Amazonas, Loreto, Perú.

METODOLOGÍA

Área de estudio

El presente estudio se desarrolló entre noviembre 2020 a octubre 2021 en San Pablo de Loreto, parte baja del río Amazonas, jurisdicción del Distrito de San Pablo, Provincia de Mariscal Ramón Castilla, Departamento de Loreto, Perú (Figura 1).

Colección del material biológico

Se colectaron los especímenes en el mercado Santa Rosa, puerto civil y zonas de pesca. Se registraron: longitud total (cm) con un ictiómetro de 60 cm (graduado en mm), peso total (g) (balanza con capacidad de 10 k (graduada en g), peso eviscerado

(g) y peso de las gónadas (g), sexo y grado de madurez sexual (observación directa).

Proporción sexual

Se registró el sexo de cada individuo y se calculó la relación entre el número de hembras y machos (Tresierra et al., 2002). Para determinar la diferencia significativa entre la proporción sexual observada con la proporción esperada de 1: 1 se analizaron los datos obtenidos mediante la prueba de Chi cuadrado a un nivel de significancia de 0,05.

Determinación de la talla de primera madurez sexual

Los ejemplares colectados durante los meses de estudio registraron diferentes tallas, por lo cual se procedió a medir la longitud total (LT) (Holden & Raitt, 1975) y el peso total (PT). Para los estadios de madurez sexual, se realizó la observación directa de las gónadas en el momento del eviscerado, se consideraron las características externas de las mismas: forma, color, textura, presencia o ausencia de vasos capilares y pigmentos; propuesta por (Holden & Raitt, 1975),

(Tresierra et al, 2002). Además, se utilizó la escala de siete estadios para *P. nigricans* propuesta por Montreuil & García (2001) (Tabla 1), esta información se registró en el formato EB1 (Diseñado por el PEDICP).

Determinación del Índice Gonadosomático

Se extrajeron las gónadas de cada ejemplar, luego de realizar la disección empezando desde la altura del opérculo hasta el orificio anal del mismo, luego se procedió a registrar el peso total de las gónadas con una balanza de 0,1 g de sensibilidad. Para el cálculo de IGS se la siguiente ecuación propuesta por Tresierra & Culquichicón (1993):

$$IGS = PG / PE \times 100$$

Donde PG: Peso de la gónada; PE: Peso eviscerado del pez.

Procesamiento y análisis de la información

Se elaboró una base de datos con la información contenida en los formatos, utilizando el programa Microsoft Office Excel 2016, para después proceder a realizar los análisis estadísticos correspondientes utilizando el programa R versión 4.1.

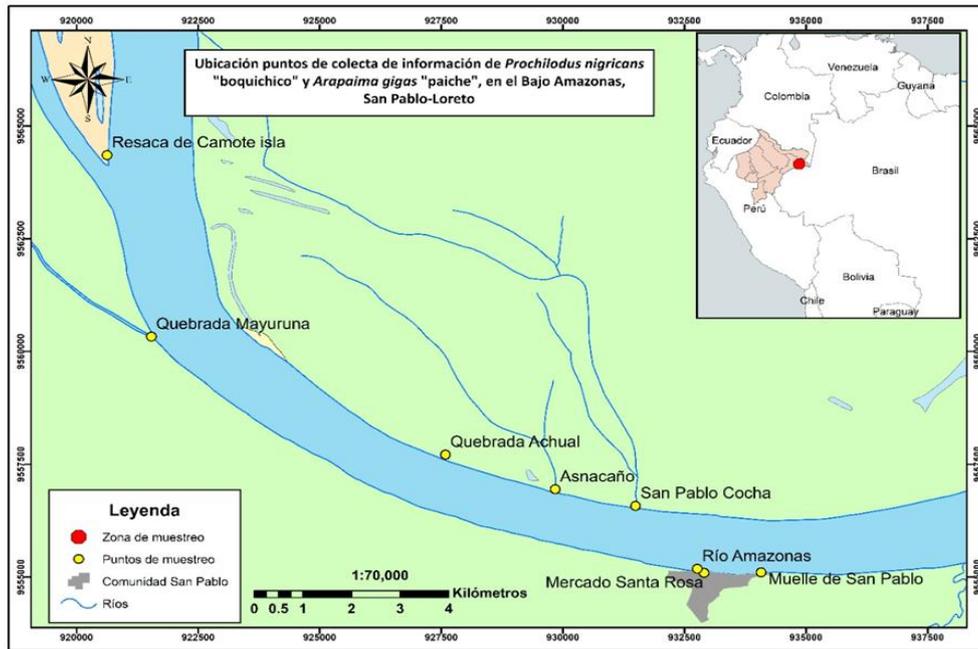


Figura 1. Ubicación de las zonas de colecta de *P. nigricans* "boquichico" en el Bajo Amazonas, Loreto, Perú.

Tabla 1

Escala empírica de madurez sexual para evaluar hembras y machos de *Prochilodus nigricans* "boquichico"

Estadio de madurez sexual	Características externas (gónadas)
I Virgen	Órganos sexuales (testículos y ovarios) bastante pequeños, cerca y debajo de la columna vertebral, transparentes. Óvulos no visibles.
II Maduración inicial	Testículos y ovarios de color rojo pálido, más desarrollados que en el estadio anterior. Óvulos no visibles.
III Maduración intermedia	Testículos opacos, rojizos. Ovarios de color anaranjado rojizo con irrigación sanguínea poco perceptible. Los óvulos se observan como pequeños puntos blanquecinos.
IV Maduración avanzada	Testículos blanco-rojizos. No aparecen gotas de semen que ejerzan presión. Los ovarios son de color amarillo grisáceo con óvulos visibles. Los testículos y ovarios ocupan más de la mitad de la cavidad ventral
V Maduro	Los órganos sexuales ocupan casi toda la cavidad ventral. Testículos totalmente blancos. Las gotas de semen caen cuando se presiona fuertemente. Ovarios de color verde cobre con irrigación sanguínea bien acentuada y óvulos grandes, completamente redondos.
VI En desove	Los órganos sexuales llenan la cavidad ventral. Membrana ovárica débil. Los óvulos salen ante una ligera presión del abdomen. El líquido espermático se libera con suma facilidad.
VII Desovado	Órganos sexuales de color blanco rojizo y rojo vinoso, flácidos, semejantes a sacos vacíos.

Fuente: Montreuil & García (2001).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición mensual de *Prochilodus nigricans* "boquichico" en el bajo Amazonas

Se colectaron un total de 433 individuos de *P. nigricans* durante el periodo de noviembre de 2020 a octubre de 2021 (Tabla 2), los cuales se registraron mediante una longitud total entre 19 - 36 cm. En los individuos machos el peso promedio fue de 216,97 g (min = 98 g y máx = 421 g); mientras que, en los individuos hembras el peso promedio fue de 231,59 g (min = 102 g y máx= 555 g) (Figuras 2 y 3).

Tabla 2

Composición mensual de individuos de *Prochilodus nigricans* colectados en el bajo Amazonas, San Pablo, Loreto-Perú, (noviembre 2020 - octubre 2021)

Mes	Machos	%	Hembras	%	Total (n)
Noviembre	5	28	13	72	18
Diciembre	16	64	9	36	25
Enero	17	35	31	65	48
Febrero	21	42	29	58	50
Marzo	9	24	29	76	38
Abril	1	3	28	97	29
Mayo	21	53	19	48	40
Junio	12	43	16	57	28
Julio	16	39	25	61	41
Agosto	24	44	30	56	54
Setiembre	25	78	7	22	32
Octubre	20	67	10	33	30
Total	187	43	246	57	433

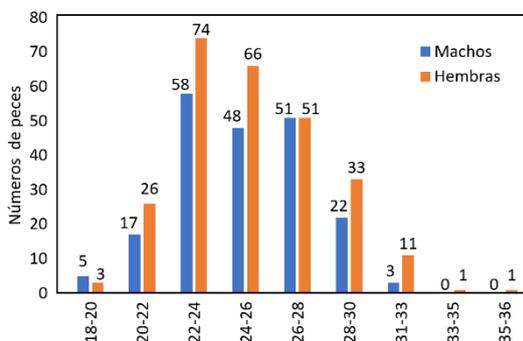


Figura 2. Distribución de la frecuencia de tallas de *Prochilodus nigricans* en bajo Amazonas, San Pablo, Loreto-Perú, (noviembre 2020 - octubre 2021).

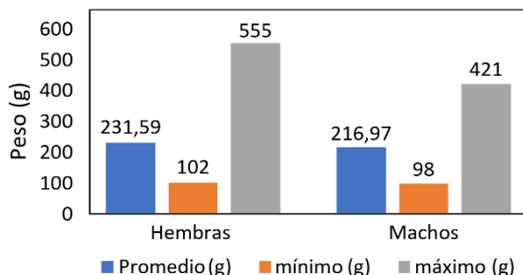


Figura 3. Distribución de la frecuencia de Peso mínimo, máximo y promedio de *Prochilodus nigricans* en el bajo Amazonas, San Pablo, Loreto-Perú, (noviembre 2020 - octubre 2021).

Proporción sexual

Se analizaron un total de 433 individuos, siendo los machos menos abundantes (n = 187, 43,20%) que

las hembras (n = 246, 56,80%), registrando una proporción de 1,3:1 a favor de las hembras. A realizarse la prueba Chi cuadrado y al ser comparado el valor teórico 3,84 existe diferencias significativas entre ambos sexos (X-cuadrado = 8,04, df = 1, p-valor = 0,0046) (Tabla 3).

La longitud total de las hembras y machos de *P. nigricans* fue de 16 - 36 cm. Las hembras registraron un peso promedio de 231,59 g. y los machos un peso promedio de 216,97 g; esto nos muestra que los individuos machos tienen menor peso, a diferencia de las hembras, quienes tienen mayor peso; atribuyéndose estas diferencias a que las hembras aumentan de peso cuando están en época reproductiva, conforme avanza el estado de gravidez.

Referente a la proporción sexual global, se registró una proporción de 1,3:1 a favor de las hembras, siendo este valor significativo según el resultado de chi cuadrado; este resultado es diferente a lo reportado por Gonzales et al. (2021) quienes registraron una proporción de 1,2:1, siendo las hembras predominantes en individuos de *Prochilodus magdalenae* colectados en río San Jorge en Colombia en 2020. Asimismo, difiere con Riofrio (2002) quien registró una proporción sexual de 1:1 para individuos de *P. nigricans*, colectados en el río Ucayali entre febrero a diciembre de 1994. Por otro lado, el resultado de proporción sexual encontrado en el presente estudio es similar a lo reportado por Flores et al. (2021) quienes registran diferencia significativa, a favor de las hembras (1.05H:1M).

Al analizarse la proporción sexual de *P. nigricans* por meses, se observa que las hembras predominan durante gran parte del año; a excepción de los machos quienes predominaron en el mes de diciembre de 2020 y mayo, setiembre y octubre de 2021. Estos hallazgos son compatibles con lo reportado por Silva & Stewart (2017), donde indican un predominio de hembras debido que podría deberse a que éstas son mayormente capturadas fácilmente debido a su tamaño, más aún cuando se desarrolla los huevos.

Talla a la primera madurez sexual

La primera madurez sexual de las hembras de *P. nigricans* se desarrolla en una longitud total de 24,8 (24,6 - 25,1 cm) y en los machos en longitud total de 24,2 (23,9 - 24,6 cm) (Figuras 4 y 5).

Se determinó que la talla de primera madurez sexual para individuos hembras de *P. nigricans* se da a una longitud total de 24,8 (24,6 - 25,1 cm) y en los machos una longitud total de 24,2 (23,9 - 24,6 cm). Estos resultados son diferentes a lo reportado por Flores et al. (2021) quienes registran para hembras 23,5 cm de longitud total, en peces colectados en el río Ucayali, durante los años 2008-2013; Riofrio (2002), quien registra para machos 24,5 cm longitud total y para hembras 26,1 cm longitud total, en especímenes colectado en el río Ucayali (Pucallpa); García et al. (1994), registran 23 cm longitud horquilla para machos y 24,3 cm longitud horquilla para hembras como tallas de primera madurez sexual en peces colectados en río Amazonas (Iquitos); Montreuil et al. (2001)

registraron la talla de primera madurez sexual en 23,4 cm longitud horquilla para macho y 24,3 cm longitud horquilla para hembras; asimismo, Deza & Bazán (2002) registraron en especímenes proce-

dentos del río Ucayali, Pucallpa en el año 2006, tallas de 21,1 cm longitud horquilla para machos y 21,8 cm longitud horquilla para hembras.

Tabla 3

Proporción sexual mensual y prueba de Chi cuadrado (X^2) en individuos de *Prochilodus nigricans* en el bajo Amazonas (noviembre 2020 a octubre 2021)

Meses	Valores observados		Total	Porcentajes		Proporción H:M	Chi ² calculado	Grado de significancia Ch ² Tabulado= 3.84
	Machos	Hembras		Machos	Hembras			
Noviembre	5	13	18	28	72	2,6	19,36	Significativo
Diciembre	16	9	25	64	36	0,6	7,84	Significativo
Enero	17	31	48	35	65	1,8	9,00	Significativo
Febrero	21	29	50	42	58	1,4	2,56	No significativo
Marzo	9	29	38	24	76	3,2	27,04	Significativo
Abril	1	28	29	3	97	28,0	88,36	Significativo
Mayo	21	19	40	53	48	0,9	0,25	No significativo
Junio	12	16	28	43	57	1,3	1,96	No significativo
Julio	16	25	41	39	61	1,6	4,84	Significativo
Agosto	24	30	54	44	56	1,3	1,44	No significativo
Setiembre	25	7	32	78	22	0,3	31,36	Significativo
Octubre	20	10	30	67	33	0,5	11,56	Significativo
Total	187	246	433	43	57	1,3	8,04	Significativo

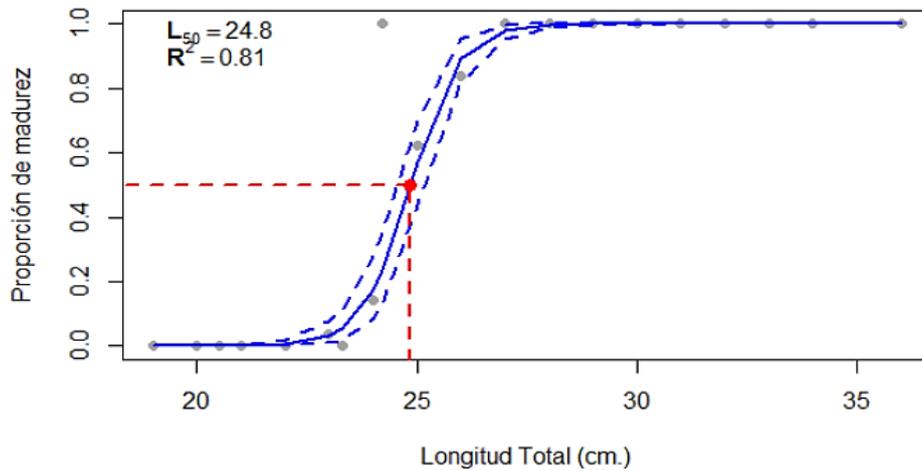


Figura 4. Talla a la primera madurez sexual de hembras de *Prochilodus nigricans*, en el bajo Amazonas (noviembre 2020 a octubre 2021).

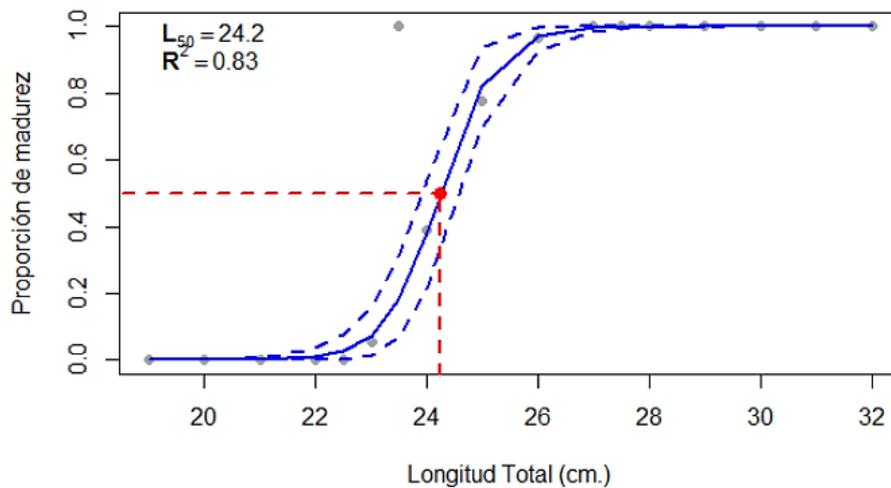


Figura 5. Talla a la primera madurez sexual de machos de *Prochilodus nigricans*, en el bajo Amazonas (noviembre 2020 a octubre 2021).

La diferencia de los valores de talla de primera madurez sexual de *P. nigricans* puede atribuirse a las tallas tomadas por los autores, Riofrio quien registró talla total, en tanto que, Montreuil et al. (2001) y Deza & Bazán (2002) registraron talla a la horquilla. Asimismo, la diferencia puede ser atribuida a lugar y época de colecta de los peces; según Wotton (1995), el crecimiento y maduración de los peces puede variar durante el año, a causa de las condiciones ambientales; la explotación pesquera también puede contribuir en la variación de las tallas de los peces, por la presión que existe por el recurso.

Índice Gonadosomático

Para las hembras se registraron valores altos de IGS en los meses de noviembre (IGS = 16,9%) y diciembre (IG S= 13,5%) de 2020. Mientras que, para el año 2021 el valor alto de IGS se registró en el mes de enero (IGS = 3,27%), disminuyendo y conservando una misma tendencia en los meses de febrero a setiembre, incrementándose en el mes de octubre (0,92%) (Figura 6).

Los machos registraron altos porcentajes de IGS en los meses de noviembre (1,39%) y diciembre (1,24%) de 2020. De enero a marzo de 2021 se registra IGS entre 0,72 a 0,33, disminuyendo drásticamente en los meses de abril a setiembre, e incrementándose en el mes de octubre (%IGS = 0,15%) (Figura 7).

El índice gonadosomático (IGS) entre los meses de febrero a octubre del 2021 registró una disminución de los valores, lo cual indican que las

hembras de *P. nigricans* se encuentran reproductivamente inactivas y en los meses de noviembre 2020 a enero de 2021 se registró un incremento, lo cual indican que durante estos tres meses corresponde la época reproductiva de los individuos de *P. nigricans*, correspondiendo el periodo de reproducción más alto al mes de noviembre.

Los resultados de IGS de este estudio difieren temporalmente en relación a los resultados de Montreuil et al. (2001), quienes registran incremento de IGV entre los meses de enero a marzo (época de intenso), al estudiar el desove de *P. nigricans* en muestra colectadas de los desembarques pesqueros de la ciudad de Iquitos y Nauta, en la región Loreto; con Flores et al (2021), quienes registraron incremento de IGV entre los meses de octubre a diciembre (época de desove), en peces colectados del desembarque pesquero en el puerto de Pucallpa, en la región Ucayali; asimismo, con Gonzales et al. (2021), quienes registraron incremento de IGV entre los meses de abril a setiembre en peces colectados del río San Jorge en Colombia. Esta diferencia de resultado es atribuible al lugar y estacionalidad del río durante la época que fueron colectados los individuos de *P. nigricans*. Cabe considerar, además, que Stassen et al. (2010) han registrado que los cambios químicos en el agua después del inicio de la temporada lluviosa pueden desencadenar el desarrollo de las gónadas y el desove en otra especie del mismo género (*P. lineatus*) en el río Pilcomayo.

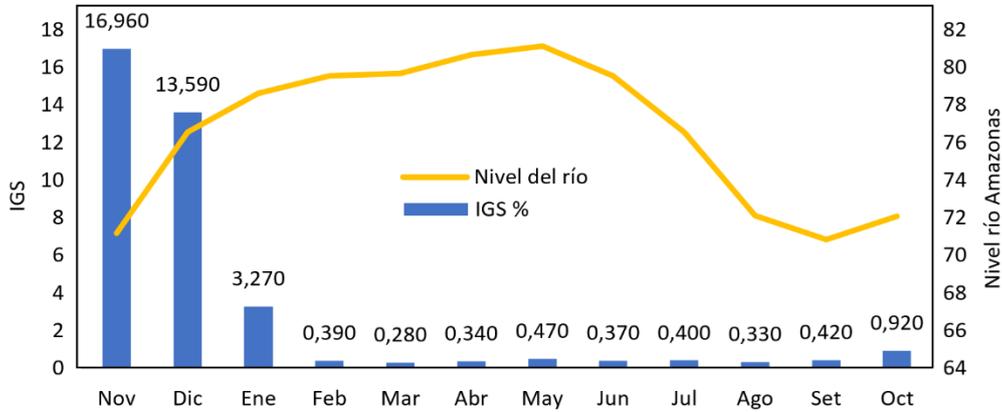


Figura 6. Variación mensual del índice gónadosomático (IGS) de hembras de *P. nigricans* en el bajo Amazonas (noviembre 2020 – octubre 2021).

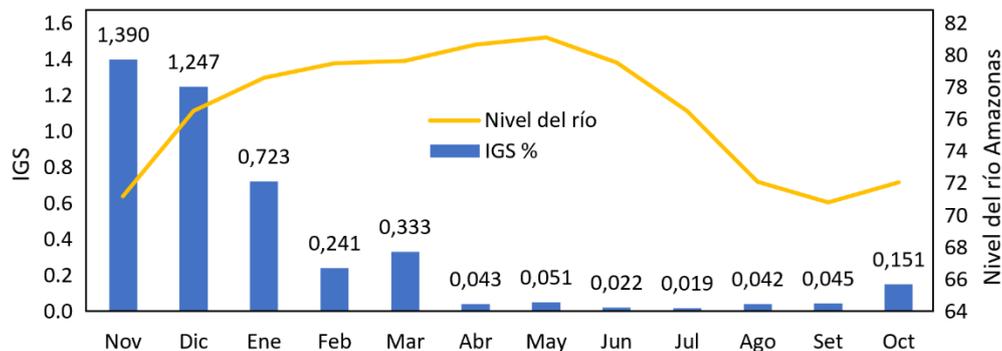


Figura 7. Variación mensual del índice gónadosomático (IGS) de machos de *P. nigricans* en el bajo Amazonas (noviembre 2020 – octubre 2021).

CONCLUSIONES

Se concluye que acorde a los resultados, la proporción sexual fue de 1,3:1 a favor de los individuos hembras de *P. nigricans*. La primera talla de madurez sexual de los individuos hembras se inicia a una longitud total de 24,8 (24,6 – 25,1 cm); mientras que en los individuos machos se inicia a una longitud total de 24,2 (23,9 – 24,6 cm). Así mismo, los individuos hembras registraron un incremento del índice gonadosomático en los meses de noviembre y diciembre de 2020; y menores valores en los meses de febrero a setiembre de 2021. Por lo tanto, los meses de noviembre a febrero se desarrolla la reproducción de la especie en la localidad de San Pablo, Bajo

Amazonas por lo que urge establecer una veda para esta especie acuícola en esta época del año. Los resultados del presente estudio serán útiles para establecer futuros programas reproductivos como estrategia para la gestión sostenible de la pesca y la acuicultura, por lo que se recomienda estudios posteriores que continúen con la descripción de la biología reproductiva en otras zonas pesqueras, con el objetivo de ampliar además, la época de prohibición de la pesca de esta especie o veda y potenciar el rendimiento productivo de esta especie de valor comercial mediante técnicas reproductivas avanzadas.

AGRADECIMIENTOS

El presente estudio se ejecutó gracias al financiamiento del subproyecto “Mejoramiento de los procesos de gestión y aprovechamiento sostenible del recurso pesquero a través de la investigación participativa de la biología reproductiva de especies de alto valor comercial

como mecanismo de innovación para fortalecer la gobernanza de las pesquerías en el trappecio amazónico y la cuenca media y baja del río Putumayo, Loreto, Perú”. Código: PNIPA-PES-SIADE-PP-000157.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bayley, P. B., Castello, L., Batista, V. S., & Fabré, N. N. (2018). Response of *Prochilodus nigricans* to flood pulse variation in the central Amazon. *Royal Society Open Science*, 5(6), e172232. <https://doi.org/10.1098/rsos.172232>
- Catarino, M. F., Kahn, J. R., & Freitas, C. E. C. (2019). Stock assessment of *Prochilodus nigricans* (Actinopterygii: Characiformes: Prochilodontidae) using two distinct algorithms, in the context of a small-scale Amazonian fishery. *Acta Ichthyol. Piscat.*, 49(4), 373–380.
- da Silva, F. K. S., Cajado, R. A., de Oliveira, L. S., dos Santos, Z., dos Santos, J. A., da Silva, L. V. F., ... & Zacardi, D. M. (2022). Early development of *Prochilodus nigricans* Spix & Agassiz 1829 (Characiformes: Prochilodontidae) in captivity. *Aquaculture Research*, 53(12), 4540-4555.
- de Lacerda, L. D., de Almeida, R., & Bastos, W. R. (2024). A 35-Year Record (1987–2022) of Hg Concentrations in Two of the Fish Species Most Consumed by People Living in the Upper Madeira River Basin, Brazilian Amazon Region. *Toxics*, 12, 144. <https://doi.org/10.3390/toxics12020144>
- Deza, S., & Bazán, R. (2006). Propuesta de manejo de poblaciones naturales de “lambina” *Potamorhina altamazonica* y “boquichico” *Prochilodus nigricans* para la Región Ucayali. Proyecto Evaluación para el Manejo de Recursos Pesqueros Amazónicos. *Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana*. Iquitos, Perú. 17 p.
- Flores, S., Riofrío, J., Salazar, L., & Zavaleta, J. (2021). Características biológicas y poblacionales del “boquichico” *Prochilodus nigricans* en río Ucayali – Perú (2008-2013). *Revista de Investigación Ciencia, ecología y Desarrollo*, 7, 30-37 p.
- García, C., Sánchez, H., Flores, M., Mejía de Loayza, J., Angulo, C., & Castro, D. (2018). Peces de Consumo de la Amazonia Peruana. primera edición. Iquitos, Perú. 218 p.
- García, A., Rodríguez, H., & Tello, S. (1994). Madurez sexual de boquichico *Prochilodus nigricans*. En *Manejo de Fauna Silvestre en la Amazonía*. 217-221 pp.
- Gonzales, M., Galvis, A., Guevara, F., & Nieto, C. (2021). Biología reproductiva de 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>
- Guerra, H., Rebaza, M., Alcántara, F., Rebaza, C., Deza, S., & Tello, S. (2000). Cultivo y Procesamiento de Peces Nativos: Una propuesta productiva para la Amazonia Peruana. Iquitos – Perú. 86 p.
- Holden, M., & Raitt, D. (1975). Manual de Ciencia Pesquera. parte 2. Métodos para investigar los recursos y su aplicación. 115-211 p.
- Iman, A., Rios-Mera, J.D., Rengifo, E., Palomino, F., Vela-Paredes, R., Vasquez, J., García de Sotero, D.E., Saldana, E., Siche, R., & Tello, F. (2024). A Comparative Study of Freshwater Fish Burgers Made from Three Amazonian Species: Omega 3 Fortification and Sodium Reduction. *Foods*, 13, 565. <https://doi.org/10.3390/foods13040565>
- Junk, W., & Soares, M. (2001). Freshwater Fish Habitats in Amazonia: State of Knowledge, Management, and Protection. *Aquatic Ecosystem Health and Management*, 437-51 p.
- Lopes, U., Galetti, P. M., & Jr, Domingues de Freitas, P. (2020). Hidden diversity in *Prochilodus nigricans*: A new genetic lineage within the Tapajós River basin. *PLoS ONE*, 15(8), e0237916. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0237916>
- Loureiro, S. N., Amado, L. L., & Giarrizzo, T. (2023). A multi-tissues comparison of biomarkers in *Serrasalmus rhombus* (Teleostei: Serrasalminae) and *Prochilodus nigricans* (Teleostei: Prochilodontidae) from two Amazonian rivers with distinct levels of pollution. *Ecological Indicators*, 147, 109936.
- Montreuil, V., García, A., & Rodríguez, R. (2001). Biología reproductiva de boquichico (*Prochilodus nigricans*) en la Amazonía Peruana. *Folia Amaz-IIAP*, Vol. 12. Iquitos – Perú.
- Ortega, H., Hidalgo, M., Corea, E., Espino, J., Chocano, L., & Trevejo, G. (2011). Lista Anotada de los Peces de Aguas Continentales del Perú: estado actual del conocimiento, distribución, usos y aspectos de conservación. Lima, Perú: Ministerio del Ambiente, Museo de Historia Natural - UNMSM. 48 p.
- Renno, J., García, C., Duponchelle, F., & Núñez, J. (2005). Biología de las Poblaciones de Peces de la Amazonía y Piscicultura. *Red de Investigación sobre la Ictiofauna Amazónica*, 258 p.
- Riofrío, J. (2002). Aspectos biométricos y reproductivos de Boquichico *Prochilodus nigricans* Agassiz, 1829 (Pisces: Prochilodontidae) en Ucayali, Perú. *Revista Peruana De Biología*, 9(2), 111-15.
- Sandoval-Vargas, L., Pérez-Atehortúa, M., Figueroa Villalobos, E., Zamorano, J., & Valdebenito, I. (2024). The Reproductive Biology of Puye (*Galaxias maculatus*) under Experimental Culture. *Animals*, 14, 320. <https://doi.org/10.3390/ani14020320>
- 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, 63-77.
- Silva, E. A., & Stewart, D. J. (2017). Reproduction, feeding and migration patterns of *Prochilodus nigricans* (Characiformes: Prochilodontidae) in northeastern Ecuador. *Neotropical Ichthyology*, 15.
- Stassen, M. J. M., van de Ven, M. W. P. M., van der Heide, T., Guerrero, Hiza, M. A., van der Velde, G., & Smolders, A. J. (2010). Population dynamics of the migratory fish *Prochilodus lineatus* in a neotropical river: the relationships with river discharge, flood pulse, El Niño and fluvial megafan behavior. *Neotrop Ichthyol*, 8(1),113-22.
- Tello-Martín, J. S., & Bayley, P. (2001). La pesquería comercial de Loreto con énfasis en el análisis de la relación entre captura y esfuerzo pesquero de la flota comercial de Iquitos, cuenca del Amazonas (Perú). *Folia Amazónica*, 12(1-2), 123-139.

- Tresierra, A., Culquichicon, Z., & Veneros, B. (2002). Biología reproductiva en peces. Nuevo Norte. Trujillo-Perú, 171-233.
- Vo, T. T., To, T. M. H., Huynh, H. H., Tran, N. H., Tran, D. D., Tsai, W. P., & Nguyen, T. T. (2024). Revealing the reproductive biology and growth dynamics of *Arius maculatus* (Thunberg, 1792) in the Mekong Delta estuary, Vietnam. *Regional Studies in Marine Science*, 74, 103544.
- Wagaw, S., Enawgaw, Y., Aba Bulgu, A., Wosnie, A., Sisay, A., Teklemariam, A., & Tegod, D. (2024). Biometric assessment and reproductive biology of common carp (*Cyprinus carpio* var. *communis*) in Lake Arekit, Ethiopia: Fish management implication. *Cogent Food & Agriculture*, 10(1). <https://doi.org/10.1080/23311932.2024.2307667>
- Wootton, R. J. (1995). Ecology of teleost fishes. London: Chapman and Hall. Fish and Fisheries series.