



UNAP



**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE ACUICULTURA**

TESIS

**BIOLOGÍA REPRODUCTIVA DE *Prochilodus nigricans*, (Agassiz, 1829)
“BOQUICHICO” Y *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829) “PAICHE” EN EL
BAJO AMAZONAS, SAN PABLO, LORETO – PERÚ, 2021**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
BIÓLOGA ACUICULTORA**

PRESENTADO POR:

DANIELA PADILLA PÉREZ

ASESOR:

Blgo. ENRIQUE RÍOS ISERN, Dr.

CO-ASESORES:

Blgo. JAVIER DEL ÁGUILA CHÁVEZ, Dr.

Blgo. CARLOS MAX ARANGO MORA, M.Sc.

Blgo. ROMMEL ROBERTO ROJAS ZAMORA, Dr.

IQUITOS, PERÚ

2022

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS



UNAP

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE ACUICULTURA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 016-CGT-UNAP-2022

En la ciudad de Iquitos, Departamento de Loreto, mediante plataforma virtual, a los 16 días del mes de diciembre de 2022, a horas 16:00 se dio inicio a la sustentación pública de la Tesis titulada: "BIOLOGÍA REPRODUCTIVA DE *Prochilodus nigricans*, (Agassiz,1829) "BOQUICHICO" Y *Arapaima gigas* (Cuvier,1829) "PAICHE" EN EL BAJO AMAZONAS, SAN PABLO, LORETO-PERÚ, 2021", presentada por la Bachiller DANIELA PADILLA PEREZ, autorizada mediante RESOLUCIÓN DECANAL N° 549 - 2022-FCB-UNAP, para optar el Título Profesional de **BIÓLOGA ACUICULTORA** que otorga la UNAP de acuerdo a Ley 30220, su Estatuto y el Reglamento de Grados y Títulos vigente.

El Jurado Calificador y dictaminador designado mediante RESOLUCIÓN DECANAL N° 246- 2022-FCB-UNAP, de fecha 15 de junio de 2022, integrado por los siguientes Profesionales:

- | | |
|--|--------------|
| - Blgo. LUIS EXEQUIEL CAMPOS BACA, Dr. | - Presidente |
| - Blgo. LUIS GARCÍA RUIZ, M.Sc. | - Miembro |
| - Blga. ROSSANA CUBAS GUERRA, M.Sc. | - Miembro |



Luego de haber escuchado con atención y formulado las preguntas, las cuales fueron respondidas

SATISFACTORIAMENTE

El jurado después de las deliberaciones correspondientes, llegó a las siguientes conclusiones:



La sustentación pública y la Tesis han sido APROBADAS con la calificación de BUENA estando la Bachiller apta para obtener el Título Profesional de **BIÓLOGA ACUICULTORA**.

Siendo las 18:00 HORAS se dio por terminado el acto de sustentación.

Blgo. LUIS EXEQUIEL CAMPOS BACA, Dr.
Presidente

Blgo. LUIS GARCÍA RUIZ, M.Sc.
Miembro

Blga. ROSSANA CUBAS GUERRA, M.Sc.
Miembro

Blgo. ENRIQUE RÍOS ISERN, Dr.
Asesor

Blgo. JAVIER DEL AGUILA CHAVEZ, Dr.
Asesor

Blgo. CARLOS MAX ARANGO MORA, M.Sc.
Co-Asesor

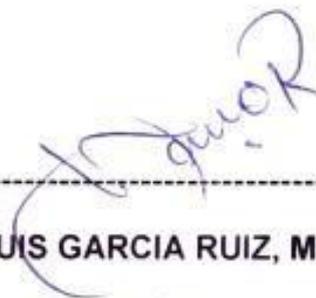
Blgo. ROMMEL ROBERTO ROJAS ZAMORA, Dr.
Co-Asesor

JURADO CALIFICADOR Y DICTAMINADOR



Blgo. LUIS EXEQUIEL CAMPOS BACA, Dr.

Presidente



Blgo. LUIS GARCIA RUIZ, M. Sc.

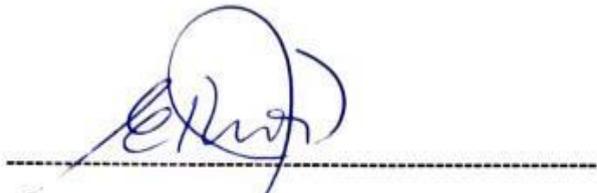
Miembro



Blga. ROSSANA CUBAS GUERRA, M. Sc.

Miembro

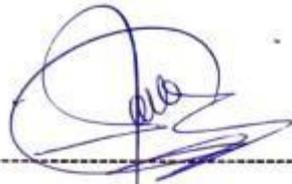
ASESOR



Blgo. ENRIQUE RÍOS ISERN, Dr.

Asesor

CO-ASESORES



Blgo. JAVIER DEL ÁGUILA CHÁVEZ, Dr.

Co-Asesor



Blgo. CARLOS MAX ARANGO MORA, M.Sc.

Co-Asesor



Blgo. ROMMEL ROBERTO ROJAS ZAMORA, Dr.

Co-Asesor

RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD



Nombre del usuario:
Universidad Nacional de la Amazonia Peruana

Fecha de comprobación:
21.10.2022 14:05:21 -05

Fecha del Informe:
21.10.2022 14:06:25 -05

ID de Comprobación:
76238745

Tipo de comprobación:
Doc vs Internet

ID de Usuario:
Ocultado por Ajustes de Privacidad

Nombre de archivo: **TESIS RESUMEN DANIELA PADILLA PÉREZ**

Recuento de páginas: **51** Recuento de palabras: **8784** Recuento de caracteres: **54067** Tamaño de archivo: **1.45 MB** ID de archivo: **87312282**

29.6% de Coincidencias

La coincidencia más alta: **9.24%** con la fuente de Internet (<https://investigacion.minam.gob.pe/observatorio/sites/default/files/ga...>)

29.6% Fuentes de Internet: 935 Página 53

No se llevó a cabo la búsqueda en la Biblioteca

18.9% de Citas

Citas: 44 Página 54

No se han encontrado referencias

0% de Exclusiones

No hay exclusiones

DEDICATORIA

A Dios por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida.

A mis queridos padres, Arlan Padilla Armas y Ketty Pérez Yuimachi por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores hacia mi persona y sobre todo por su inmenso amor, al igual que a mi hermana Annie Padilla Pérez por ser el ejemplo de una hermana mayor, dándome siempre su cariño y confianza en todo momento.

DANIELA PADILLA PEREZ

AGRADECIMIENTO

A mi alma Mater, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana (UNAP), a través de la Facultad de Ciencias Biológicas – Escuela de Formación Profesional de Acuicultura, por haberme albergado en sus aulas y formado firmemente en mi carrera profesional.

Al Proyecto Especial Binacional Desarrollo Integral de la Cuenca del Río Putumayo (PEBDICP) y al Programa Nacional de Innovación en Pesca y Acuicultura (PNIPA) por el financiamiento para la ejecución de la tesis.

A mi asesor Blgo. Enrique Ríos Isern, Dr. y co-asesores Blgo. Javier del Águila Chávez, Dr., Carlos Max Arango Mora, M.Sc., Blgo. Rommel Roberto Rojas Zamora, Dr., y al Blgo. Humberto Arbildo Ortiz, M.Sc., por sus aportes, recomendaciones, sugerencias y apoyo durante la ejecución de la presente tesis.

Al Blgo. Franco Guerra Grandez y al Blgo. Jorge Ruiz Contreras por su amistad, por los consejos y enseñanzas brindadas hacia mi persona.

A mis amigos pescadores: Sr. Armando, Roger, Lucy, Iosip, Carolina, Narcisa, por él apoyó en la obtención de mis muestras y por hacerme sentir parte de su familia.

A mi gran amigo y novio Keyney Darwin por todo el amor, apoyo y sobre todo comprensión durante la ejecución de la tesis.

A mis amigos, Sergio y José, por la amistad incondicional hacia mi persona. Y a mis familiares, compañeros y todos aquellos que de una y otra forma hicieron posible la ejecución de este trabajo.

ÍNDICE DEL CONTENIDO

	Págs.
PORTADA.....	i
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS	ii
JURADO CALIFICADOR Y DICTAMINADOR	iii
ASESOR	iv
CO-ASESORES.....	v
RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD	vi
DEDICATORIA	vii
AGRADECIMIENTO	viii
ÍNDICE DEL CONTENIDO	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
RESUMEN	xv
ABSTRACT.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	3
1.1 Antecedentes.....	3
1.2 Bases teóricas	7
1.3 Definición de términos básicos	16

CAPÍTULO II: HIPOTESIS Y VARIABLES.....	20
2.1 Formulación de la hipótesis	20
2.2 Variables y su operacionalización.....	20
CAPITULO III: METODOLOGIA	22
3.1 Tipo y diseño	22
3.2 Diseño muestral.....	22
3.3 Procedimientos de recolección de datos	23
4.4 Procesamiento y análisis de datos.	30
4.5 Aspectos éticos.....	30
CAPITULO IV: RESULTADOS	31
CAPITULO V: DISCUSION.....	43
CAPITULO VI: CONCLUSIONES.....	48
CAPITULO VII: RECOMENDACIONES.....	49
CAPÍTULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN.....	50
ANEXOS.....	55

ÍNDICE DE TABLAS

	Págs.
Tabla 1. Tabla de operacionalización de variables	21
Tabla 2. Escala de madurez sexual para evaluar hembras y machos de <i>Prochilodus nigricans</i> “boquichico”	27
Tabla 3. Escala de madurez sexual para evaluar hembras de <i>Arapaima gigas</i> “paiche”	28
Tabla 4. Escala de madurez sexual para evaluar machos de <i>Arapaima gigas</i> “paiche”	28
Tabla 5. Composición mensual de individuos de <i>Prochilodus nigricans</i> colectados en el bajo Amazonas, San Pablo, Loreto-Perú, (noviembre 2020 – octubre 2021). 31	
Tabla 6. Composición mensual de individuos de <i>Arapaima gigas</i> colectados en el bajo Amazonas, San Pablo, Loreto-Perú, (noviembre 2020 – octubre 2021).	33
Tabla 7. Proporción sexual mensual y prueba de Chi cuadrado (X^2) en individuos de <i>Prochilodus nigricans</i> en bajo Amazonas, durante noviembre 2020 a octubre 2021	36
Tabla 8. Proporción sexual general en individuos de <i>Arapaima gigas</i> (n=8) en el bajo Amazonas, durante noviembre 2020 a octubre 2021.	37

ÍNDICE DE FIGURAS

	Págs.
Figura 1. Cuenca del Amazonas.....	7
Figura 2. <i>Prochilodus nigricans</i> “boquichico”	11
Figura 3. Espécimen juvenil de <i>Arapaima gigas</i> “paiche”	14
Figura 4. Ubicación de las zonas de la colecta de muestra de <i>Prochilodus nigricans</i> y <i>Arapaima gigas</i>	24
Figura 5. Distribución de la frecuencia de tallas de <i>Prochilodus nigricans</i> en bajo Amazonas, San Pablo, Loreto-Perú, (noviembre 2020 – octubre 2021).....	32
Figura 6. Peso mínimo, máximo y promedio de individuos recolectados de <i>Prochilodus nigricans</i> en el bajo Amazonas, San Pablo, Loreto-Perú, (noviembre 2020 – octubre 2021).....	32
Figura 7. Distribución de frecuencias de tallas de individuos colectados de <i>Arapaima gigas</i> en el bajo amazonas, San Pablo, Loreto-Perú, (noviembre 2020 – octubre 2021).....	34
Figura 8. Peso de individuos recolectados de <i>Arapaima gigas</i> , bajo amazonas, San Pablo, Loreto-Perú, (noviembre 2020 – octubre 2021).	34
Figura 9. Proporción del tamaño de la primera madurez sexual de hembras de <i>Prochilodus nigricans</i> , bajo Amazonas, San Pablo, Loreto-Perú.....	38
Figura 10. Proporción del tamaño de la primera madurez sexual machos de <i>Prochilodus nigricans</i> , bajo Amazonas, San Pablo, Loreto-Perú.....	38

Figura 11. Reproductor hembra de <i>Arapaima gigas</i> en estadio III (maduro)	39
Figura 12. Reproductor macho de <i>Arapaima gigas</i> en estadio I (inmaduro)	39
Figura 13. Variación mensual del promedio del índice gónadosomático (IGS) de hembras de <i>Prochilodus nigricans</i> , bajo Amazonas, San Pablo, Loreto-Perú. (noviembre 2020 – octubre 2021)	41
Figura 14. Variación mensual del promedio del índice gónadosomático (IGS) de machos de <i>Prochilodus nigricans</i> , bajo Amazonas, San Pablo, Loreto-Perú. (noviembre 2020 – octubre 2021)	41

ÍNDICE DE ANEXOS

	Págs.
Anexo 1. Formato EB: Evaluación Biológica	56
Anexo 2. Análisis biométrico, peso y longitud de <i>Prochilodus nigricans</i> “boquichico”	57
Anexo 3. Análisis biométrico, peso y longitud de <i>Arapaima gigas</i> “paiche”.57	
Anexo 4. Pesado de las gónadas tanto <i>Prochilodus nigricans</i> “boquichico” (izquierdo) y <i>Arapaima gigas</i> “paiche” (derecho) en estadio de maduración.	58
Anexo 5. Observación directa para identificar el estadio gonadal, tanto para <i>Prochilodus nigricans</i> “boquichico” y <i>Arapaima gigas</i> “paiche”	58
Anexo 6. Registro de la encuesta a pescadores de la zona de San Pablo ..	59
Anexo 7. Registro de la encuesta a pescadores de la zona de San Pablo...	59
Anexo 8. Escala de madurez gonadal para individuos machos de <i>Prochilodus nigricans</i> “boquichico”	60
Anexo 9. Escala de madurez gonadal para individuos hembras de <i>Prochilodus nigricans</i> “boquichico”	62

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo determinar la talla de primera madurez sexual, determinar la proporción sexual y estimar el índice gónadosomático de los peces *Prochilodus nigricans* y *Arapaima gigas*. Durante los meses de noviembre del 2020 a octubre del 2021, se colectaron individuos de *P. nigricans* y *A. gigas* procedentes de mercados, puertos y zonas de pesca del bajo Amazonas en el distrito de San Pablo en la región Loreto. Se registró un total de 433 individuos de *Prochilodus nigricans* (hembras =246 ind., 56.80% y machos = 187, 43.20%) y 10 individuos de *Arapaima gigas* (hembras= 5 ind., 50%; machos = 3 ind., 30% e indeterminados = 2 ind., 20%). Se determinó una proporción sexual de 1.3:1 a favor de las hembras de *P. nigricans* 1.6:1 a favor de las hembras de *A. gigas*. La talla de madurez sexual para *P. nigricans* 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 gónadosomático 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). Mientras que, para *Arapaima gigas* no se pudo determinar la talla de primera madurez sexual e índice gónadosomático, debido a que no hubo número suficiente de individuos, durante el periodo de muestreo.

Palabras claves: *Prochilodus nigricans*, *Arapaima gigas*, bajo Amazonas, Loreto.

ABSTRACT

The objective of this work was to determine the size at first sexual maturity, determine the sexual proportion and evaluate the gonadosomatic index of the fish *Prochilodus nigricans* and *Arapaima gigas*. During the months of November 2020 to October 2021, individuals of *P. nigricans* and *A. gigas* were collected from markets, ports and fishing areas of the lower Amazon in the San Pablo district in the Loreto region. A total of 433 individuals of *Prochilodus nigricans* were recorded (females = 246 ind., 56.80% and males = 187, 43.20%) and 10 individuals of *Arapaima gigas* (females = 5 ind., 50%; males = 3 ind., 30 % and indeterminate = 2 ind., 20%). A sex ratio of 1.3:1 in favor of *P. nigricans* females and 1.6:1 in favor of *A. gigas* females was determined. The size at sexual maturity for *P. nigricans* was estimated at a total length of 24.8 (24.6 – 25.1 cm) in females and a total length of 24.2 (23.9 – 24.6 cm) in males. The gonadosomatic index presented high values in the months of 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). While for *Arapaima gigas* it was not possible to determine the size at first sexual maturity and gonadosomatic index, because there was not enough number of individuals during the sampling period.

Keywords: *Prochilodus nigricans*, *Arapaima gigas*, low Amazon, Loreto.

INTRODUCCIÓN

La región amazónica comprende alrededor de 6 112 000 km², representando aproximadamente a la tercera parte de la superficie de América del Sur ⁽¹⁾. La ictiofauna de la cuenca amazónica contiene entre 2500 a 3000 especies⁽²⁾, habiendo más de 800 especies de peces descritas para la Amazonía peruana⁽³⁾, estando representado en su mayoría por cuatro órdenes, Siluriformes, Characiformes, Gymnotiformes y Perciformes.

Los peces en la Amazonia tienen importancia económica, alimenticia y cultural. Mediante la pesca un promedio de 79 especies se viene ofertando en los mercados de las regiones de Loreto, Ucayali y Madres Dios⁽⁴⁾, siendo el pescado un componente de la dieta familiar⁽⁵⁾. Dentro de estas especies se encuentran *Prochilodus nigricans* “boquichico” y *Arapaima gigas* “paiche”, quienes tienen una gran aceptación para el consumo humano, debido a su excelente carne y gran potencial para ser cultivadas en piscicultura.

La captura de *Prochilodus nigricans* se viene incrementado durante los años, siendo en la actualidad la principal especie de captura de la pesquería amazónica, representando alrededor del 30% de los desembarques anuales⁽⁴⁾. Mientras que, la captura de *Arapaima gigas* tiene una tendencia negativa con una disminución aproximada 700 a 144 toneladas⁽⁶⁾. Por ello, cualquier incremento de la presión de pesca de esta especie significa un riesgo considerable⁽⁷⁾.

Las investigaciones sobre la biología reproductiva de *Prochilodus nigricans* y *Arapaima gigas* son escasos en la región Loreto, en especial en el bajo Amazonas, lo cual dificulta establecer estrategias de manejo sostenible de las especies mencionadas.

En este contexto el presente trabajo de investigación tuvo como objetivos: a) establecer la biología reproductiva de *Prochilodus nigricans* “boquichico” y *Arapaima gigas* “paiche” en el bajo Amazonas, San Pablo, Loreto- Perú. Asimismo; b) determinar la talla de primera madurez sexual de *Prochilodus nigricans* “boquichico” y *Arapaima gigas* “paiche”; c) determinar la proporción sexual de *Prochilodus nigricans* “boquichico” y *Arapaima gigas* “paiche” y d) estimar el índice gonadosómico de *Prochilodus nigricans* “boquichico” y *Arapaima gigas* “paiche”. La información generada servirá como instrumento científico para el ordenamiento de la pesca y generar estrategias de manejo sostenible para la conservación de boquichico y paiche en la Región Loreto.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes

1.1.1 *Prochilodus nigricans* – boquichico

En 2000, desarrollaron una investigación de tipo no experimental, donde indica que *Prochilodus nigricans* alcanza hasta 40 centímetros de longitud total y puede llegar a pesar dos kilogramos. Por otro lado, mencionan que *Prochilodus nigricans* alcanza su madurez sexual al año de edad, esta especie se reproduce al inicio de la creciente. En ambientes controlados *Prochilodus nigricans* llega a madurar, pero no desova, por lo que se requiere de la inducción en base a la administración de extractos hormonales⁽⁸⁾.

En 2001, desarrollaron una investigación de tipo no experimental, sobre la biología reproductiva de boquichico *Prochilodus nigricans*, donde analizaron un total de 650 ejemplares, de las cuales evidenciaron que su época reproductiva está comprendida entre los meses de diciembre y marzo para la región Loreto. Asimismo, determinaron que 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 de *Prochilodus nigricans*. Los autores concluyeron que el periodo de reproducción coincide con el inicio del aumento de aguas del río Amazonas y no guarda mayor relación con el incremento de las precipitaciones locales⁽⁹⁾.

En 2002, desarrollaron una investigación descriptiva sobre los aspectos biométricos y reproductivos de boquichico *Prochilodus nigricans* en el Ucayali. La especie y su relación LT-PT no mostró diferencias significativas entre las regresiones de machos y hembras (análisis de variancias residual F0,05). La proporción sexual total también no mostró diferencias significativas (x^2 0,05)

al asumir una relación 1:1. Por otro lado, determinaron que la talla de madurez sexual fue de 24,5 cm para los machos y para las hembras de 26,1 cm, recomendándose esta última para el manejo de la pesquería. En el trabajo los autores concluyeron que la progresión de los estadios de madurez confirma la reproducción durante la temporada de elevación del nivel del río Ucayali (octubre – enero)⁽¹⁰⁾.

En 2007, desarrollaron una investigación descriptiva que se inició en el 2006 de dos especies de peces comerciales, con la finalidad de elaborar una propuesta de manejo de poblaciones naturales de llambina *Potamorhina altamazonica* y boquichico *Prochilodus nigricans* en la región de Ucayali para su reglamentación pesquera. En la investigación realizada los autores determinaron la época de desove (septiembre y marzo), la composición de tallas de captura y la talla media de madurez sexual se estimó en 19.5 cm de longitud a la horquilla (LH) para hembras y 18.9 cm para machos para llambina y 21.8 cm y 21.1 cm de (LH) para hembras y machos en boquichico⁽¹¹⁾.

En 2008 - 2013 desarrollaron una investigación descriptiva sobre las Características biológicas y poblacionales del “boquichico” *Prochilodus nigricans* en río Ucayali, Las muestras de las especies fueron obtenidas mensualmente de los desembarques de la flota pesquera comercial en el puerto de Pucallpa, la reproducción de *Prochilodus nigricans* es de carácter estacional, ocurriendo el desove con mayor intensidad en la transición a creciente entre los meses de octubre a diciembre. Se determinó que la talla de madurez sexual se da a una longitud total de 23,5 cm en hembras. 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)⁽¹²⁾.

En 2021, desarrollaron un estudio descriptivo sobre la biología reproductiva del bocachico, *Prochilodus magdalenae*, en el río San Jorge, Colombia. Se recolectaron 396 individuos, a los cuales se les tomó la longitud total (LT) y la longitud estándar (LS) y el peso total. En la investigación los autores determinaron que es un pez con 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 y la talla media de madurez sexual de este especie se estimó en 30,2 cm LT ⁽¹³⁾.

1.1.2 *Arapaima gigas* – Paiche

En 2001, desarrollaron una investigación descriptiva que incluyo como población de estudio a ejemplares de paiche *Arapaima gigas*. En la investigación determinaron que la talla media de maduración, tanto en hembras como machos se da a una longitud de 1,70 m, llegando a desovar en su quinto año de vida con un peso de entre 40 a 45 kg⁽¹⁴⁾.

En 2001, desarrollaron una investigación no experimental que incluyó como población de estudio a ejemplares de *Arapaima gigas*, provenientes del lago Sauce (San Martín), La investigación determinó el estudio de su biología reproductiva en cuanto a la talla de la primera madurez sexual. En el trabajo

concluyeron que la talla media de maduración, tanto en hembras como machos se da a una longitud de 1.60⁽¹⁵⁾.

En 2018, desarrollaron una investigación descriptiva donde se afirma que la reproducción de *Arapaima gigas* puede ocurrir a lo largo de todo el año, pero con mayor intensidad cuando las aguas comienzan a subir de nivel y las áreas para la construcción de nidos de estas especies están disponibles en el bosque. Por otro lado, los autores concluyeron que el comienzo de la época lluviosa es uno de los factores que desencadenan la época de reproducción en estos peces⁽⁴⁾.

En 2006, se desarrolló una investigación de tipo experimental donde manifiestan que el paiche en cautiverio alcanza la madurez sexual aproximadamente a los cinco años de vida⁽¹⁶⁾.

En 2010, se desarrolló una investigación donde se afirma que el “paiche” crece rápidamente, alcanzando la madurez sexual entre los cuatro y cinco años de vida, cuando alcanza un peso entre 50 y 100 kg⁽¹⁷⁾.

En 1978, se desarrolló una investigación que incluyó como población de estudio a *ejemplares de Arapaima gigas* provenientes de los ríos Pacaya y Samiria. La investigación determinó dos parámetros poblacionales como el ciclo de desove y talla de madurez sexual. El trabajo concluyó que los especímenes desovan durante todo el año, con periodos de intensidades en el mes de septiembre hasta diciembre, y se puede observar un solo pico

notable en el mes de noviembre, por lo que la mínima actividad reproductiva se presenta entre los meses de marzo y mayo. Mientras que, la talla mínima de la primera madurez sexual de la especie en estudio lo logra cuando estos llegan a medir 1.85 cm⁽¹⁸⁾.

1.2 Bases teóricas

1.2.1 Características generales del río Amazonas

El majestuoso río Amazonas, nace en los andes del sur del Perú, siendo su fuente de origen la quebrada de Apáchate en Arequipa, desde esta fuente de origen crece sin pausa durante su largo recorrido alimentado por más de mil afluentes hasta alcanzar dimensiones gigantescas en su desembocadura al Atlántico. Recorre la frontera peruano - colombiana y hace frontera tripartita con Brasil. Entre los más grandes ríos que desembocan al Amazonas están el Putumayo, el Caquetá, el Negro y el Madeira. Con una gran biodiversidad que alberga 2000 especies de peces, ubicándose el 50% de la población de todas las especies en la planicie de inundación (Figura 1) ⁽¹⁹⁾ .



Figura 1. Cuenca del Amazonas.

1.2.2. Características hidrográficas del río Amazonas

El Amazonas transporta más agua que el Mississippi, el Nilo y el Yangtzé juntos; su área de drenaje o cuenca es asimismo la mayor del mundo. El volumen de agua llevado hacia el Océano Atlántico es enorme, con un promedio anual de 120,000 m³/s, hasta 300,000 m³/s en la temporada lluviosa. En efecto, el Amazonas es responsable de la quinta parte de toda el agua del mundo. Su cuenca es la más grande del planeta, con más de 6'000,000 km². Su caudal varía entre 4,000 y 6,000 m³ (8,000 en épocas de creciente), y su desembocadura en el océano Atlántico forma un estuario de 400 km penetrando sus aguas hasta 150 km en este océano⁽¹⁹⁾.

En cauce del Amazonas es profundo, alcanza en algunos puntos hasta 240 metros. El río Amazonas es la red hidrográfica más extensa del mundo por ser la vía de transporte fluvial regional, nacional e internacional, así mismo sirve de puente entre el océano Pacífico y el Atlántico. Las cuencas de sus principales afluentes, el Marañón y el Ucayali, cubren más del 70% del territorio peruano⁽¹⁹⁾.

La cuenca amazónica es una gigantesca depresión geológica entre los andes tropicales y el océano Atlántico, y tiene en el río Amazonas el colector principal de un amplio sistema hidrográfico que abarca una extensa área del continente sudamericano compartida por siete países: Perú, Ecuador, Colombia, Bolivia, Brasil, Guyana y Venezuela⁽¹⁹⁾.

1.2.3. Ictiofauna

Actualmente se tiene registrado para el Perú 1064 especies de peces, de los cuales 395 especies (37%) son Characiformes, 393 especies (37%) son

Siluriformes y 83 especies (8%) son Gymnotiformes, que en conjunto forman el Súper Orden Ostarhyophysis (82%); seguidamente, 91 especies son perciformes (9%), 56 especies son Cyprinodontiformes (6%) y en menor riqueza se encuentran los Myliobatiformes (12 especies), Pleuronectiformes (6 especies), Beloniformes (5 especies) y ocho órdenes más (12 especies), todos estos últimos representan el 3% del total⁽³⁾. La mayor ictiofauna se encuentra en el llano amazónico con más de 800 especies. El número de especies registradas se encuentra actualmente incrementándose con descripción de nuevas especies y nuevos registros⁽²⁰⁾.

Entre las especies que más se comercializan en la Amazonía peruana y que se destacan por su valor económico están el *Prochilodus nigricans* “boquichico”, *Colossoma macropomum* “gamitana”, *Piaractus brachypomus* “paco”, *Pseudoplatystoma punctifer* “doncella”, *Pseudoplatystoma tigrinum* “tigre zúngaro” y *Brachyplatystoma rouseauxii* “dorado”. Las especies migratorias son las que dominan el desembarque de los peces en la mayoría de los puertos de la Amazonía Loretana⁽²⁰⁾.

1.2.4. Tipos de agua

Las aguas que drenan en la región amazónica poseen características físicas y químicas muy distintivas y han sido clasificadas en tres categorías: blancas, claras y negras⁽²¹⁾. Aguas blancas: provenientes de los Andes, son de alta conductividad, transportan abundante sedimento en suspensión y disueltos, y mayor cantidad de nutrientes; sus aguas son de poca transparencia. Aguas negras: se originan en la planicie selvática, con alto contenido de sustancias

húmicas, mayor transparencia, muy baja conductividad eléctrica, pobres en nutrientes y pH ácido^{(21), (20)} en algunos casos esta conductividad se incrementa por la presencia de ácidos orgánicos en el agua, con un pH cercano a la neutralidad^{(19), (22)}. Aguas claras: son transparentes, de baja conductividad, escaso nutrientes y pH ácido, aunque éste puede incrementarse si los ríos atraviesan depósitos geológicos ricos en material calcáreo; su descripción original fue en base a las aguas que nacen en zona de planicie de origen precámbrico del escudo guyanés, su color es claro debido a que llevan menos ácidos húmicos. La gran variación en el pH y su amplia distribución en la región amazónica han inducido para que el término de “aguas claras” sea aplicado para el conjunto de 8 ambientes heterogéneos, en sus condiciones químicas y biológicas, que tienen en común escasez de material suspendido⁽²⁰⁾.

1.2.5. Biología reproductiva.

La biología reproductiva, es un proceso biológico que implica cambios somáticos y fisiológicos, manifestados en el desarrollo de las gónadas y posterior desove, durante el cual al liberarse los productos sexuales se forman los huevos o cigotos, iniciándose la primera etapa en la vida de toda una generación de individuos de peces⁽²³⁾.

1.2.7. Generalidades de la especie *Prochilodus nigricans* “boquichico”

a) Clasificación Taxonómica ⁽⁴⁾.

Reino: Animalia Filo:

Chordata Clase:

Actinopterygii Orden:

Characiformes

Familia: Prochilodontidae

Género: Prochilodus

Especie: *Prochilodus nigricans* (Spix & Agassiz, 1829)

b) Descripción taxonómica:

La especie *Prochilodus nigricans* puede llegar a medir hasta 50 cm y pesar 3 kg; tiene labios bastante desarrollados y carnosos, en forma de ventosa y bordeados por varias papilas globulares o crestas carnosas; asimismo, sus dientes son diminutos, espatulados, móviles y numerosos, implantados en dos hileras, la interna en forma de V y la externa recta a lo largo del margen externo de los labios. Línea lateral con 44 a 51 escamas, 7 a 11 filas de escamas entre el origen de la aleta dorsal y la línea lateral y 7 a 9 hileras entre esta y el origen de la aleta ventral (Figura 2)⁽⁴⁾.



Figura 2. *Prochilodus nigricans* “boquichico”

c) Carácter distintivo:

Una característica que distingue a *Prochilodus nigricans* es el cuerpo fusiforme, generalmente de color plateado, con bandas longitudinales oscuras que corresponden a las hileras de escamas con bordes negros. Las aletas dorsal y caudal tienen puntos oscuros sin un patrón característico⁽⁴⁾.

d) Biología y ecología:

Prochilodus nigricans es una especie iliófaga. Se alimenta principalmente de detritos orgánicos, algas verdes azuladas, euglenófitos y algas verdes, microorganismos y materia orgánica en descomposición. Esta especie habita en aguas blancas y claras. Realizan largas migraciones y desovan durante la creciente de los ríos, donde alevinos y juveniles se refugian en las áreas inundadas para su crecimiento. La maduración sexual de *P. nigricans* ocurre aproximadamente a los 26 cm, cuando los machos alcanzan 1.7 y las hembras 2.1 años⁽⁴⁾.

e) Distribución geográfica:

Prochilodus nigricans es una especie que tiene una amplia distribución en América del Sur, estando presente en Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador y Perú. En la Amazonía peruana fue registrada en la región Loreto en los ríos: Amazonas, Napo, Aushiri, Puinahua, Curaray, Marañón, Nanay, Tapiche, Tigre, Ucayali, Putumayo, Yavarí, Pastaza, Huallaga, Morona, Yanayacu, Arabela ⁽⁴⁾.

f) Desembarque pesquero:

Prochilodus nigricans domina los desembarques pesqueros en la región Loreto, su captura representa el 30% del total desembarcado en esta región. En 1984 y 1991 sus capturas fueron altas reportando en promedio 4751 toneladas. En 1992 desciende a menos de 1000 toneladas, para luego incrementarse gradualmente, llegando a alcanzar en promedio capturas de 6346 toneladas anuales entre los años 1999 y 2005. A partir del 2006 hasta el 2016 se observa un ligero descenso en sus capturas, reportándose el menor promedio desembarcado a través del tiempo (3668 toneladas). En Ucayali los desembarques entre los años 1994 a 2006 no son confiables, pensamos que fueron ligeramente sobre estimados⁽⁴⁾.

1.2.8 Generalidades de la especie *Arapaima gigas* “paiche”

a) Clasificación Taxonómica ⁽¹³⁾.

Reino:	Animalia
Filo:	Chordata
Sub filo:	Vertebrata
Clase:	Actinopterygii
Súper orden:	Osteoglossomorpha
Orden:	Clupeiformes (Osteoglossiformes)
Super familia:	Osteoglossidae (Arapaimidae)
Familia:	Arapaimidae
Género:	Arapaima
Espécies:	<i>Arapaima gigas</i> (Cuvier, 1829)
Nombre común:	“Paiche” (Perú, Bolivia), “pirarucú” (Brasil y Colombia)

b) Descripción taxonómica:

Arapaima gigas es un pez que puede llegar a más de 3 metros de longitud y 250 kg de peso. Tiene el cuerpo alargado, cilíndrico en la sección ventral que se comprime progresivamente a medida que se acerca a la aleta caudal. Su cabeza es achatada y pequeña en relación al cuerpo; con una boca grande, superior y oblicua, con la mandíbula inferior bastante sobresaliente, posee dos placas óseas laterales y una palatina que funcionan como verdaderos dientes, reteniendo a la presa antes de engullirla; posee una lengua ósea. Aletas con radios blandos lo que le confiere mayor flexibilidad (Figura 3)⁽⁴⁾.



Figura 3. Especimen juvenil de *Arapaima gigas* “paiche”

c) Carácter distintivo:

Arapaima gigas tiene un cuerpo cubierto de escamas grandes y gruesas de color pardo negruzco en la cabeza y el dorso, en la mayoría de las poblaciones de paiche las escamas presentan borde rojo en la zona abdominal y en la mitad posterior del cuerpo; pero también se puede observar bordes oscuros en algunas poblaciones como las del río Pastaza. En *Arapaima gigas* las

aletas dorsal y anal próximas a la aleta caudal que es redondeada, la aleta anal posee ocelos rojos o naranjas de diferentes tamaños⁽⁴⁾.

d) Biología y ecología:

Arapaima gigas es una especie ictiófaga que principalmente se alimenta de diferentes especies de peces como: carachamas, boquichicos, yahuarachi, yulillas, mojarra, lisas y sardinas, aunque ocasionalmente puede consumir moluscos, camarones, cangrejos e insectos. Esta especie habita ecosistemas lénticos preferencialmente lagunas de aguas negras, pero también puede encontrarse en ríos y canales conectados durante las aguas bajas. No realiza migraciones considerables, solo se desplaza durante el periodo de aguas altas hacia el bosque inundado y retorna a las lagunas durante el periodo de aguas bajas, por lo que sus poblaciones presentan diferenciación genética poblacional. Esta especie posee respiración aérea obligatoria, no tolera estar sumergido sin salir a respirar por más de 40 minutos. Alcanza la primera reproducción entre los cuatro a cinco años; su reproducción es parcelada; Su época de reproducción comienza durante el periodo de aguas bajas, pero su mayor actividad reproductiva se da durante el ascenso de las aguas. El comportamiento reproductivo incluye: formación de parejas monógamas, construcción de nidos en zonas rasas de los bordes de las lagunas, Esta especie tiene cuidado parental paterno del nido y su prole. *Arapaima gigas* presenta dimorfismo sexual en la época reproductiva, los machos presentan una coloración rojiza-anaranjada que se origina en la zona lateral de la cabeza, desde la base de la boca, pasa por el opérculo y se extiende por todo el cuerpo; en tanto que las hembras carecen de esta coloración⁽⁴⁾.

d) Distribución geográfica:

Arapaima gigas se distribuye en Sudamérica, en los países de Perú, Brasil, Colombia, Ecuador, Guyana. En la Amazonía peruana *Arapaima gigas* fue registrada en la región Loreto en los ríos: Amazonas, Curaray, Arabela, Napo, Samiria, Chambira, Putumayo, Yanayacu, Tapiche, Pacaya, Pastaza y Yavarí (4).

e) Desembarque pesquero:

La demanda de carne de *Arapaima gigas* en la Amazonía peruana hasta el siglo pasado fue cubierta íntegramente por la pesca artesanal, esto ha ocasionado una fuerte reducción de sus poblaciones naturales. El efecto de la alta presión de pesca puede ser observado en la disminución de las tasas de desembarque en las regiones de Loreto y Ucayali. En Loreto representó hasta un 6% de los desembarques totales en 1984, en tanto que representa menos del 0.7% de las capturas en los últimos años. El análisis de los desembarques anteriores y posteriores a este periodo muestra una tendencia negativa a través del tiempo. En el año 2016 representó solo el 0.5 % del desembarque total de esa región(4).

1.3 Definición de términos básicos

- **Proporción sexual:** Es definida como el número de machos en la población respecto al número de hembras. Este es un parámetro de la biología reproductiva muy fundamental puesto que nos permite interpretar la estructura, potencial reproductivo y equilibrio biológico de la población, pudiendo conocer la existencia o no de una segregación

sexual, y posibles cambios de estas proporciones por sexos en el tiempo⁽⁸⁾.

- **Talla Media de Primera Madurez:** Se define como la menor longitud a la cual al menos un ejemplar evidencia un desarrollo gonadal máximo. Varía en función de parámetros ambientales y/o antropogénicos por ejemplo: la presión pesquera⁽²⁴⁾.
- **Índice gónadosomático (IGS):** Es un método comúnmente utilizado para interpretar las variaciones del desarrollo gonadal a lo largo del ciclo anual, es decir nos permite describir el ciclo reproductivo de una especie a lo largo del año^{(23),(25)}. Además de ello funciona como un indicador del desarrollo gonadal, debido a que el tamaño la gónada aumenta conforme alcanza el proceso de maduración⁽²⁵⁾. En pocas palabras el IGS es el Cálculo del peso de la gónada como porcentaje del peso total del cuerpo, el cual Se utiliza para medir la madurez sexual en relación con el desarrollo sexual de los ovarios o los testículos⁽²⁵⁾.
- **Reproducción:** La reproducción es el proceso biológico por el cual las especies se perpetúan y, en combinación con los cambios genéticos, aparecen por primera vez características para las nuevas especies⁽²⁵⁾.
- **Gónada:** Órgano en el que se producen las células reproductoras, como los ovarios (gónada femenina) o los testículos (gónada masculina), o en los animales inferiores los ovotestículos⁽²⁶⁾.

- **Desove:** Es el proceso de la puesta de huevos, que se puede dar en el caso de los peces, ya sea, de forma natural o inducida en medios controlados, según sea la especie⁽²⁶⁾.
- **Ictiofauna:** Son los peces que en su conjunto se encuentran en un espacio geográfico⁽²⁷⁾.
- **Estrategias reproductivas:** Es el conjunto de características que una especie debe manifestar para tener éxito en la reproducción, a fin de garantizar el equilibrio de la población⁽²⁵⁾.
- **Fecundidad:** El número de huevos producido como media por una hembra de una determinada talla /edad. La información sobre fecundidad se aplica con frecuencia para calcular el potencial de desove⁽²⁵⁾.
- **Inmaduros:** Se refiere a peces cuya talla es inferior al límite de talla mínima que establecen las regulaciones⁽²⁷⁾.
- **Población:** Es un grupo de peces de una misma especie que comparten caracteres ecológicos y genéticos. Los stocks definidos a efectos de evaluación y ordenación de stock no coinciden en todos los casos con poblaciones⁽²⁵⁾.
- **Reproductores:** Se refiere a peces que han alcanzado la madurez reproductiva⁽²⁵⁾.
- **Talla mínima:** Esta medida de control se decide con frecuencia basándose en consideraciones respecto al rendimiento por recluta,

como, por ejemplo, evitar la sobrepesca de crecimiento. Es decir, las regulaciones de talla mínima tienen como objetivo alterar el tipo de explotación para que los peces jóvenes tengan más oportunidad de crecer antes de ser vulnerables a la pesca⁽²⁶⁾.

- **Sobrepesca:** Situación en la cual se captura más de lo que la población es capaz de renovar de manera natural. Esto produce la disminución de la población⁽²⁵⁾.
- **Madurez gonadal:** Secuencia de procesos que causan en las gónadas variaciones en su color, forma, posición en la cavidad celomática y demás características que, por medio de la maduración, conlleva a la generación de gametos totalmente desarrollados (espermatozoides y óvulos)⁽²⁸⁾.

CAPÍTULO II: HIPOTESIS Y VARIABLES

2.1 Formulación de la hipótesis

La biología reproductiva de *Prochilodus nigricans* y *Arapaima gigas*, está determinada por la talla de primera madurez sexual, proporción sexual, e índice gónadosomático característicos para la zona de San Pablo de Loreto, bajo Amazonas.

2.2 Variables y su operacionalización.

2.2.1. Variable

Biología reproductiva de *Prochilodus nigricans* “boquichico” y *Arapaima gigas* “paiche” en el bajo Amazonas.

Tabla 1. Tabla de operacionalización de variables

Variables	Definición	Indicador	Escala de medición	Categorías	Medios de Verificación
Biología reproductiva de <i>Prochilodus nigricans</i> "boquichico" y <i>Arapaima gigas</i> "paiche" en el bajo Amazonas.	La biología reproductiva, es un proceso biológico que implica cambios somáticos y fisiológicos, manifestados en el desarrollo de las gónadas.	Talla de primera madurez Sexual	Ordinal	Longitud Total (cm) y estadios de madurez sexual	Ficha de registro de datos EB-1
		Proporción sexual	Razón	Proporción de Hembras / Machos	Escala de madurez gonadal Registro fotográfico
		Índice gónadosomático	Intervalo	$IGS = \frac{PG}{PE} * 100$	

CAPITULO III: METODOLOGIA

3.1 Tipo y diseño

El tipo de este estudio fue no experimental, con un diseño descriptivo y enfoque cualitativo-cuantitativo. Donde no se manipularon variables independientes para producir un efecto en las variables dependiente. En esta investigación se recolectaron especímenes de *Prochilodus nigricans* y *Arapaima gigas*, en mercados, puertos y zonas de pesca, ubicados en San Pablo de Loreto, en la zona baja del rio Amazonas, para registrar datos sobre peso, talla y peso de las gónadas de los especímenes.

3.2 Diseño muestral

a. Población total.

La población estuvo constituida por los individuos de *Prochilodus nigricans* “boquichico” y *Arapaima gigas* “paiche” presentes en la zona de San Pablo de Loreto, en el bajo Amazonas.

b. Muestra.

La muestra estuvo conformada por los individuos de *Prochilodus nigricans* “boquichico” y *Arapaima gigas* “paiche” colectados entre los meses de noviembre del 2020 a octubre del 2021, en los mercados, puertos y en zonas de pesca de San Pablo de Loreto.

c. criterio de selección

- **criterio de inclusión:** Especímenes de *Prochilodus nigricans* y *Arapaima gigas* de diferentes pesos y tallas.

- **criterio de exclusión:** Especies diferentes a *Prochilodus nigricans* y *Arapaima gigas*.

3.3 Procedimientos de recolección de datos

3.3.1 Área de estudio

El presente estudio de investigación se realizó en el mercado Santa Rosa, puerto civil y zonas de pesca ubicado en San Pablo de Loreto, localizado en la parte baja de la cuenca del Amazonas, en la jurisdicción del Distrito de San Pablo, Provincia de Mariscal Ramón Castilla, Región Loreto.

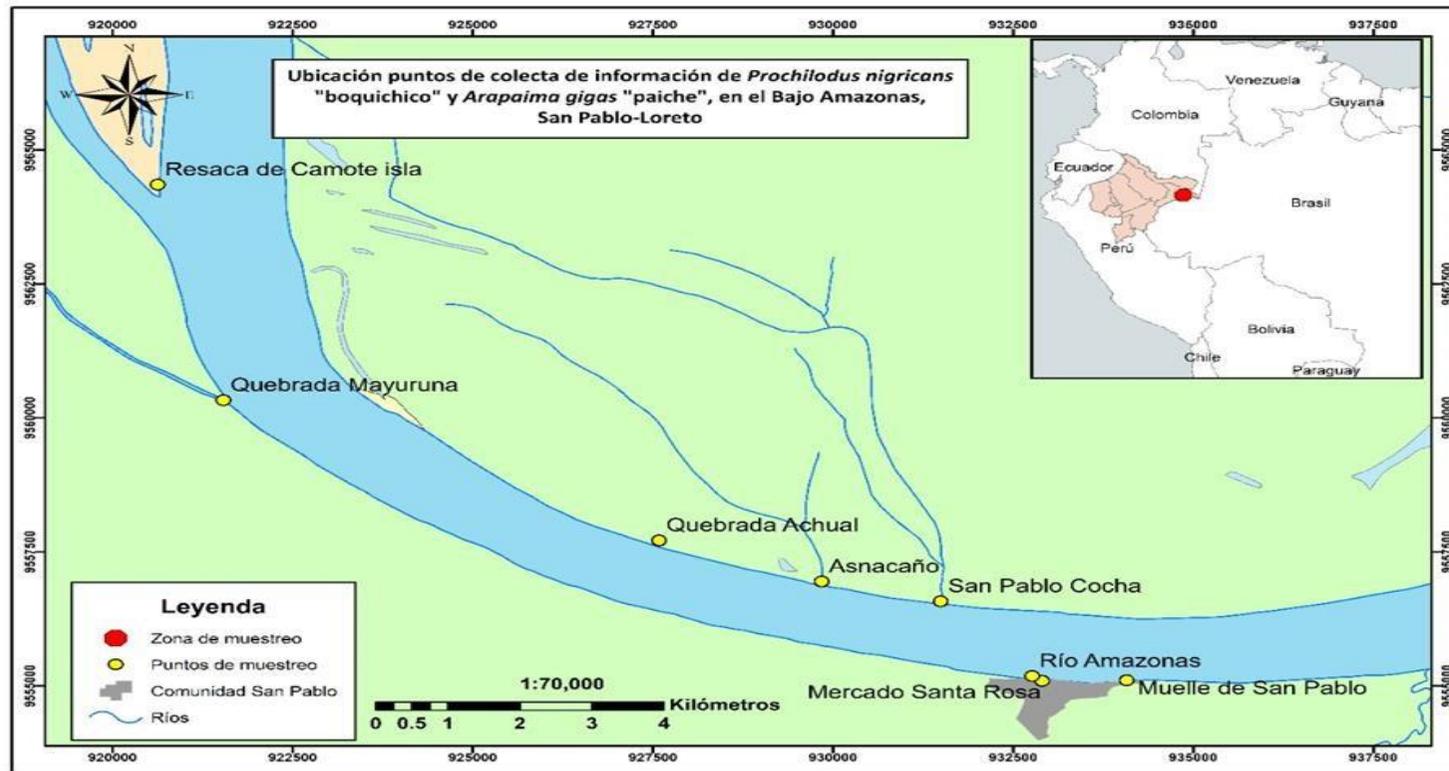


Figura 4. Ubicación de las zonas de la colecta de muestra de *Prochilodus nigricans* y *Arapaima gigas*.

3.3.2 Colecta de material biológico

- ✓ El muestreo biológico se desarrolló en los mercados y puerto civil, ubicado en la localidad de San Pablo de Loreto, pertenece al Distrito de San Pablo, Provincia de Mariscal Ramón Castilla.
- ✓ Todos los peces que se analizaron, fueron pesados (g) y medidos la longitud total (LT), luego fueron eviscerados para poder registrar el sexo, peso de las gónadas (g) y grado de madurez sexual.

3.3.3 Evaluaciones biométricas.

a. Determinación de proporción de sexo.

Para determinar este parámetro, se registró el sexo de cada individuo muestreado, después se enumeró y se calculó el número de hembras y machos por cada especie, y al final se determinaron la proporción sexual global, donde se dividió el número de hembras entre el número de machos⁽²⁵⁾.

$$\text{Proporción sexual} = \frac{\text{Número de hembras}}{\text{Número de machos}}$$

Con el fin de probar la existencia o no, de diferencia significativa entre la proporción sexual observada con la proporción esperada de 1: 1 se aplicó el test estadístico del Chi cuadrado a un nivel de significancia de 0,05.

$$X_2 = 2 * (O - E)_2 / E$$

Dónde: X2: Chi cuadrado; O: Valor observado; E: Valor esperado

b. Determinación talla de primera madurez sexual.

Para determinar la talla de primera madurez sexual se procedió a coleccionar ejemplares con diferentes tallas, en cuanto a *Prochilodus nigricans*, se utilizó un ictiómetro de madera elaborado artesanalmente de 50 cm. La talla utilizada fue la longitud total (LT). La unidad de medida fue el centímetro, tal como lo recomiendan⁽²⁹⁾. El peso total (PT), de cada uno de los ejemplares se determinó en estado fresco, utilizando una balanza electrónica de marca KITCHEN SCALE de 10 kg de capacidad. Por otro lado, para determinar la talla de primera madurez sexual de *Arapaima gigas*. Se utilizó una cinta métrica de 230 cm. La talla utilizada fue la longitud total (LT) y longitud estándar (LS). El peso total (PT), de cada uno de los ejemplares se determinó en estado fresco, utilizando una balanza colgante de reloj, marca BP de 200 kg de capacidad.

Para poder observar los estadios de madurez sexual, se realizó la observación directa de las gónadas en el momento del eviscerado de los ejemplares analizados, para cuyo efecto se tomó en cuenta las características externas de las gónadas, tales como: forma, color, textura, presencia o ausencia de vasos capilares y pigmentos; propuesta por^{(29),(25),27)}. Además, se utilizó la escala de siete estadios para *Prochilodus nigricans* propuesta por Montreuil *et al.*⁽⁹⁾ (Tabla 2) y para *Arapaima gigas* se utilizó la escala de tres estadios tanto para hembras y machos, propuesta por Campos⁽¹⁵⁾ (Tabla 3 y 4). Para la toma de información, se utilizó el formato EB – 1: Evaluación Biológica,

que diseñó el Proyecto Especial Binacional Desarrollo Integral de la Cuenca del Río Putumayo, PEDICP (Perú) (Anexo 1).

Tabla 2. Escala 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 al exterior 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, 2001.

Tabla 3. Escala de madurez sexual para evaluar hembras de *Arapaima gigas* “paiche”

Estadio de madurez sexual	Características externas
I Inmaduro	De un color amarillento y blanco, con diámetro de 1mm (las hembras inmaduras presentan el ovario con puntuaciones blanco-amarillentas).
II en proceso de maduración	De un color plomo oscuro (los óvulos presentan diámetro mayor de 1mm).
III maduro	De un color verde oscuro (los óvulos maduros, se presentan acompañados de una vesícula llena de un líquido transparente, que les permite desprenderse fácilmente del tejido ovárico).

Fuente: Campos, 2001.

Tabla 4. Escala de madurez sexual para evaluar machos de *Arapaima gigas* “paiche”

Estadios de madurez sexual	Características externas
I Inmaduro	Testículo de un color rosado claro, de forma filiforme, de espesura fina, siendo el diámetro de esta gónada menor de 1.5 cm
II Maduro	Testículos de color rosado marrón, y desprenden fácilmente un líquido lechoso ante una leve presión.
III Desove	Testículo flácido de un color rojo vinoso.

Fuente: Campos, 2001.

c. Determinación de Índice gónadosomático.

Para determinar el índice gónadosomático de *Prochilodus nigricans* se realizó la disección de los especímenes, empezando desde la altura del opérculo hasta el orificio anal del espécimen. Después se procedió a sacar las gónadas para el respectivo pesaje, utilizando una balanza gramera marca OHAUS de capacidad de 0.1 gr x 500. Por consiguiente, para *Arapaima gigas* se realizó la disección, Después se procedió a sacar las gónadas para el respectivo pesaje, utilizando una balanza electrónica de marca KITCHEN SCALE de 10 kg de capacidad, cuando estas gónadas se encontraban en estadio (II Maduro) sin embargo, cuando se encontraban en estadio (I Inmaduro) Se realizaba el pesaje, utilizando una balanza gramera marca OHAUS de capacidad de 0.1 gr x 500.

El IGS se calculó con la ecuación propuesta por Tresierra y Culquichicón (1993)⁽²⁵⁾.

$$\text{I.G.S} = \text{PG} / \text{PE} \times 100$$

Donde:

PG: Peso de la gónada

PE: Peso eviscerado del pez

4.4 Procesamiento y análisis de datos.

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

4.5 Aspectos éticos

En esta investigación se aplicó las buenas prácticas acuícolas, no atento contra los derechos de las personas involucradas en el estudio, ni con las especies que fueron exploradas, respetando siempre el principio ético y moral y los datos presentados en este estudio son verídicos e inéditos.

CAPITULO IV: RESULTADOS

4.1 INDIVIDUOS COLECTADOS

Prochilodus nigricans

Se colectaron un total de 433 individuos de *Prochilodus nigricans* durante el periodo de noviembre de 2020 a octubre de 2021 (Tabla 5), con longitud total que oscilaron entre 19 - 36 cm. En los individuos machos el peso promedio fue de 216.97 g (mix = 98g y máx= 421 g); mientras que, en los individuos hembras el peso promedio fue de 231.59 g (mix = 102g y máx= 555 g) (Figura 5 y 6).

Tabla 5. 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

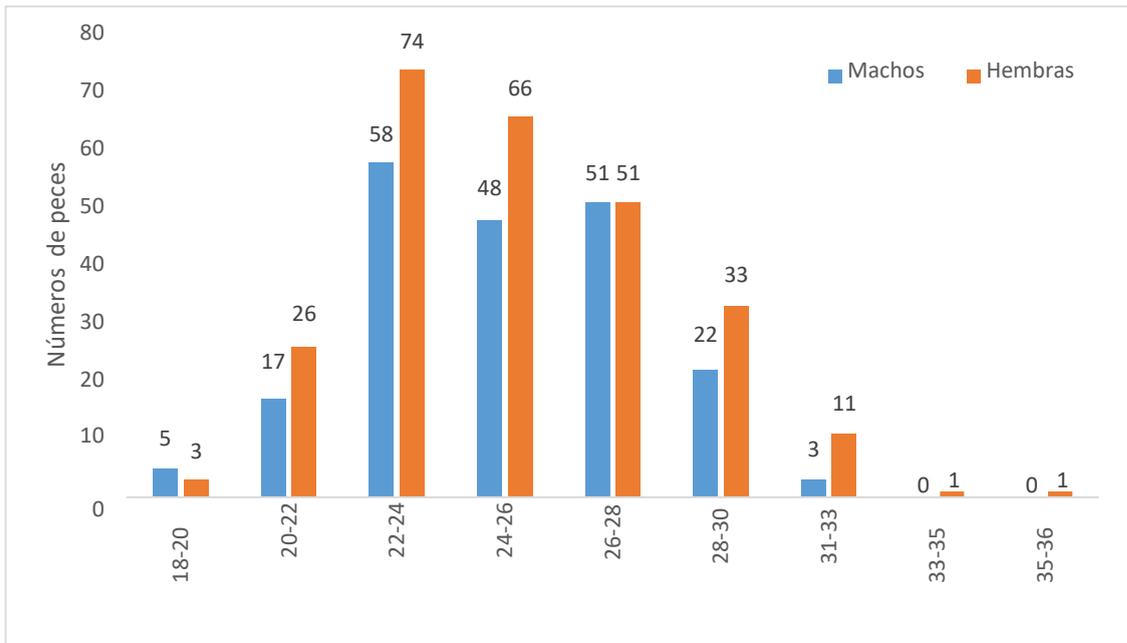


Figura 5. Distribución de la frecuencia de tallas de *Prochilodus nigricans* en bajo Amazonas, San Pablo, Loreto-Perú, (noviembre 2020 – octubre 2021).

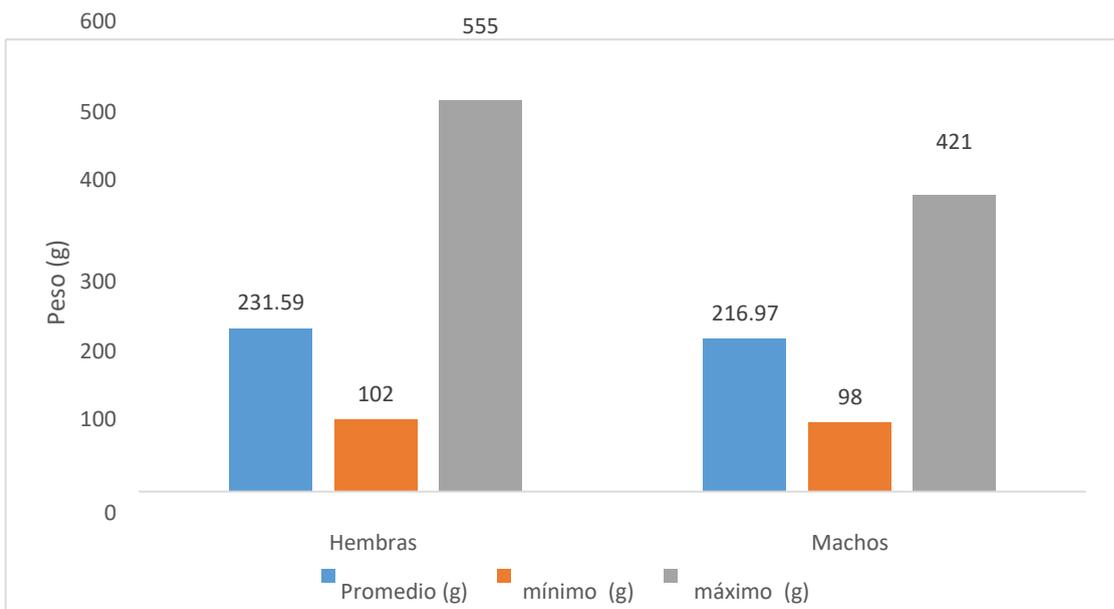


Figura 6. Peso mínimo, máximo y promedio de individuos recolectados de *Prochilodus nigricans* en el bajo Amazonas, San Pablo, Loreto-Perú, (noviembre 2020 – octubre 2021).

Arapaima gigas

Se colectaron un total de 10 individuos de *Arapaima gigas* durante el periodo de noviembre de 2020 a octubre de 2021 (Tabla 6), con longitud total y pesos entre 66 - 192 cm, y 4 – 82 kg. En los individuos machos la longitud total y el peso entre 130 – 134 cm y 25 – 30 kg; en individuos hembras la longitud estándar y el peso entre 101 – 192 cm y 8.5 – 82 g; asimismo, los individuos indeterminados tuvieron longitud total entre 66 – 71 cm y peso 4 – 4.5 kg. (Figura 7 y 8).

Tabla 6. Composición mensual de individuos de *Arapaima gigas* colectados en el bajo Amazonas, San Pablo, Loreto-Perú, (noviembre 2020 – octubre 2021).

Mes	Machos	%	Hembras	%	Indeterminado	%	Total (n)
Noviembre	0	0	0	0	0	0	0
Diciembre	0	0	0	0	0	0	0
Enero	0	0	0	0	0	0	0
Febrero	0	0	0	0	0	0	0
Marzo	0	0	1	20	0	0	1
Abril	0	0	1	20	0	0	1
Mayo	0	0	0	0	0	0	0
Junio	0	0	0	0	2	100	2
Julio	0	0	2	40	0	0	2
Agosto	0	0	1	20	0	0	1
Setiembre	1	33	0	0	0	0	1
Octubre	2	67	0	0	0	0	2
Total	3	30	5	50	2	20	10

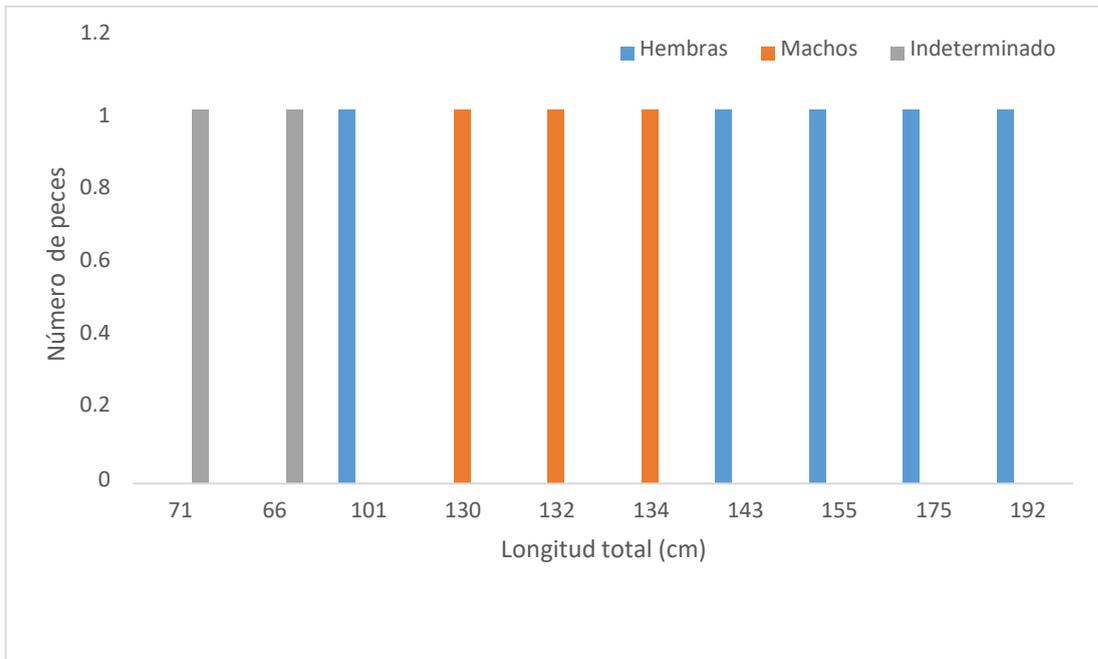


Figura 7. Distribución de frecuencias de tallas de individuos colectados de *Arapaima gigas* en el bajo amazonas, San Pablo, Loreto-Perú, (noviembre 2020 – octubre 2021).

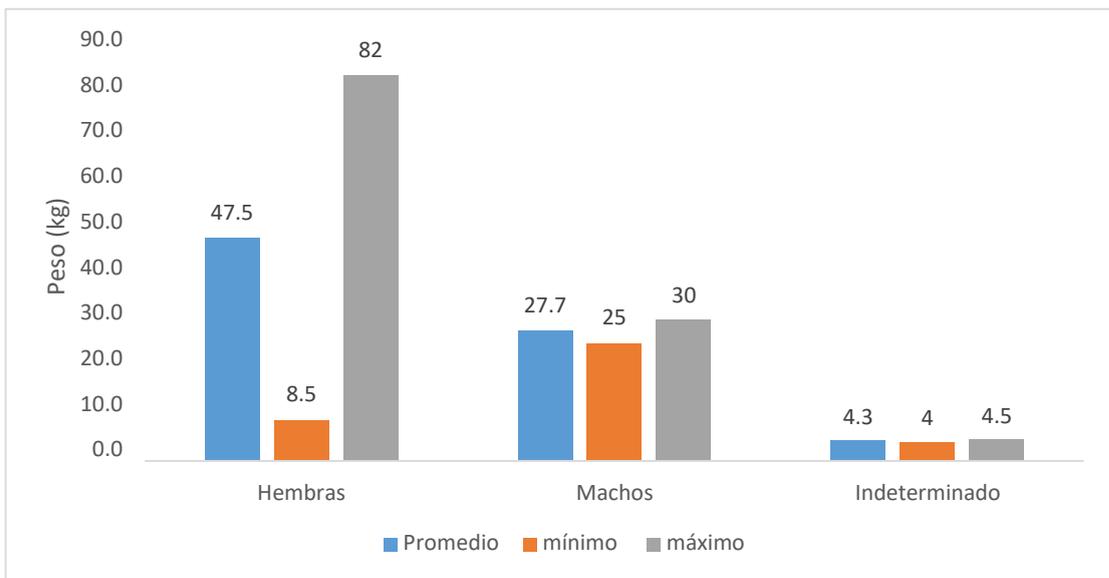


Figura 8. Peso de individuos recolectados de *Arapaima gigas*, bajo amazonas, San Pablo, Loreto-Perú, (noviembre 2020 – octubre 2021).

4.2 PROPORCIÓN DE SEXUAL

Prochilodus nigricans

Se analizaron un total de 433 individuos de *Prochilodus nigricans*, 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 χ^2 y al ser comparado el valor teórico 3.84 existe diferencias significativas entre los sexos (X-cuadrado = 8.04, df = 1, p-valor = 0.0046) (Tabla 7).

Tabla 7. Proporción sexual mensual y prueba de Chi cuadrado (X^2) en individuos de *Prochilodus nigricans* en bajo Amazonas, durante 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			
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

Arapaima gigas

Se analizaron un total de 10 individuos de *Arapaima gigas*, habiéndose determinado el sexo a 8 individuos, registrándose una proporción de 1.6 a favor de las hembras (Tabla 8).

Tabla 8. Proporción sexual general en individuos de *Arapaima gigas* (n=8) en el bajo Amazonas, durante noviembre 2020 a octubre 2021.

	Machos	%	Hembras	%	Proporción H:M
Total	3	37.5	5	62.5	1.6

4.3 TALLA DE PRIMERA MADUREZ SEXUAL

Prochilodus nigricans

En la figura 9 y 10, se muestra el tamaño de la primera madurez sexual, donde la primera madurez sexual de las hembras de *Prochilodus nigricans* se da 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).

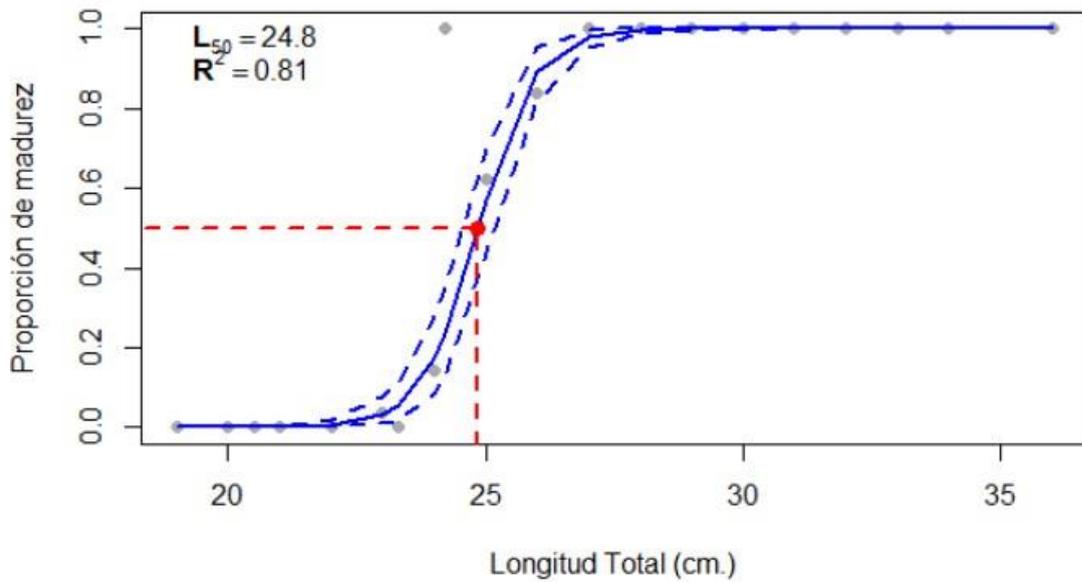


Figura 9. Proporción del tamaño de la primera madurez sexual de hembras de *Prochilodus nigricans*, bajo Amazonas, San Pablo, Loreto-Perú.

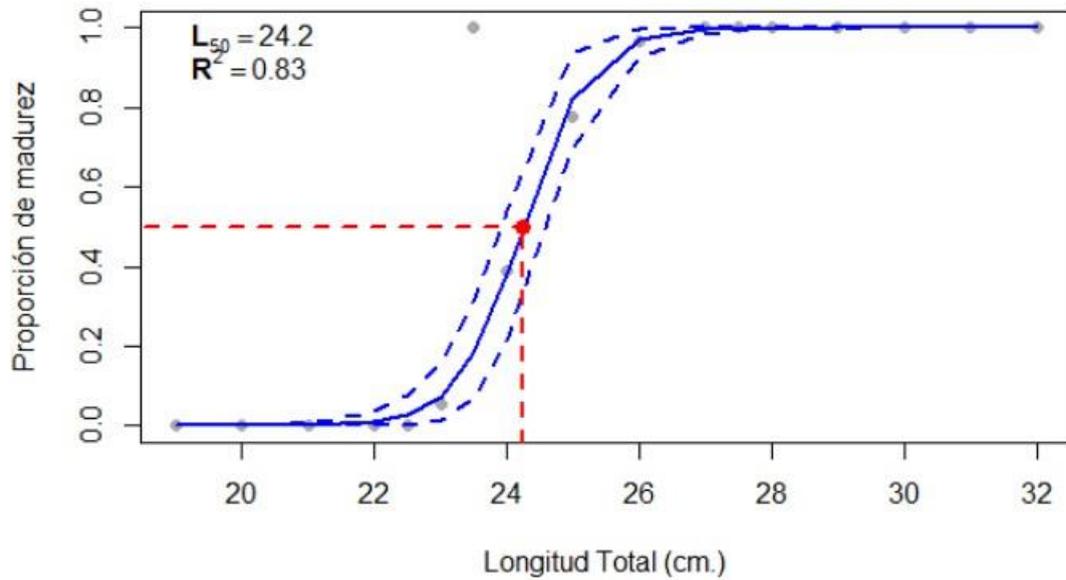


Figura 10. Proporción del tamaño de la primera madurez sexual machos de *Prochilodus nigricans*, bajo Amazonas, San Pablo, Loreto-Perú.

Arapaima gigas

En el presente estudio no se pudo determinar la primera madurez sexual de *Arapaima gigas* debido a que no hubo número suficiente de individuos, durante el periodo de muestreo. Sin, embargo de los cinco individuos hembras determinadas, dos estuvieron en estadio III (maduro), teniendo tallas de 175 cm y 192 cm (Figura 11). Mientras que, los individuos machos, estuvieron en estadio I (inmaduro) (Figura 12).



Figura 11. Reproductor hembra de *Arapaima gigas* en estadio III (maduro)

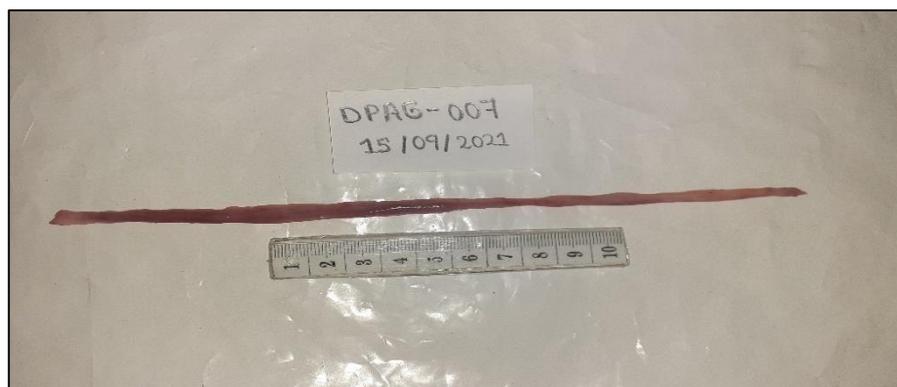


Figura 12. Reproductor macho de *Arapaima gigas* en estadio I (inmaduro)

4.3 ÍNDICE GÓNADOSOMÁTICO

Prochilodus nigricans

Se registró diferentes valores de índices gónadosomático en las hembras y machos de *Prochilodus nigricans* (Figura 13 y 14). Para las hembras se registraron valores altos de IGS en los meses de noviembre (IGS=16.9%) y diciembre (IGS= 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%). Asimismo, se observa que el inicio de la madurez sexual de las hembras de *Prochilodus nigricans* ocurre durante el periodo de aguas en ascenso (noviembre a enero 2020 y enero 2021) en el río Amazonas, en la zona de San Pablo (Figura 13).

Referente al índice gónadosomático de los machos estos 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, disminuyéndose drásticamente en los meses de abril a setiembre, e incrementando en el mes de octubre (%IGS = 0.15%) (Figura 14.)

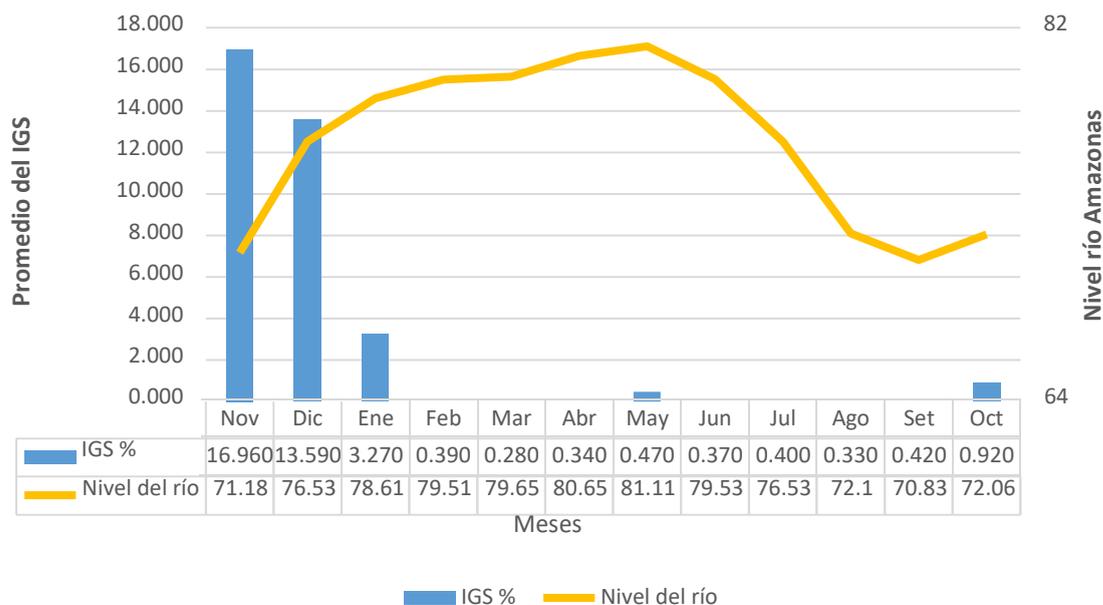


Figura 13. Variación mensual del promedio del índice gónadosomático (IGS) de hembras de *Prochilodus nigricans*, bajo Amazonas, San Pablo, Loreto-Perú. (noviembre 2020 – octubre 2021)

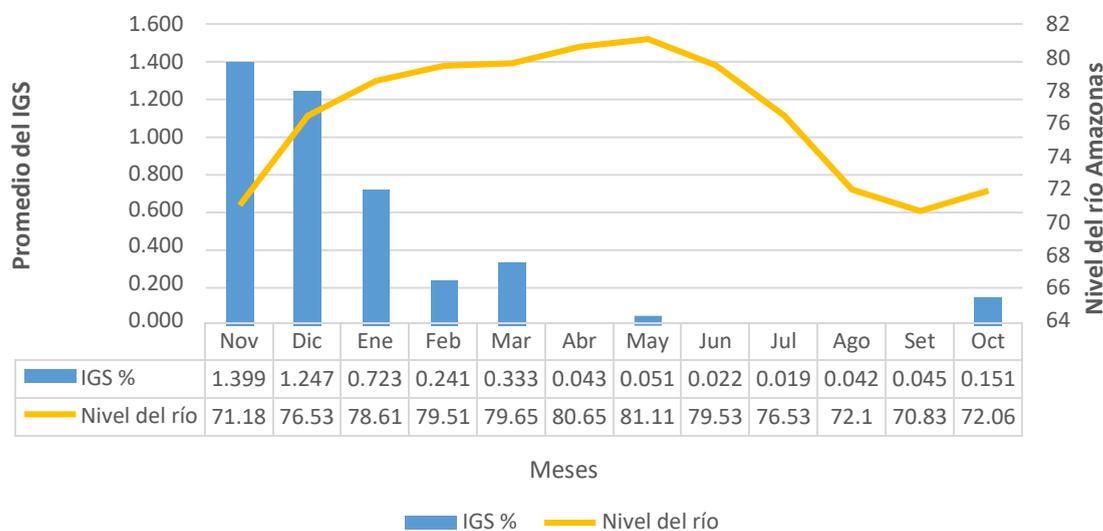


Figura 14. Variación mensual del promedio del índice gónadosomático (IGS) de machos de *Prochilodus nigricans*, bajo Amazonas, San Pablo, Loreto-Perú. (noviembre 2020 – octubre 2021)

Arapaima gigas

En el presente estudio no se pudo determinar el IGS mensual de los individuos de *Arapaima gigas* debido a que no hubo número suficiente de individuos, durante el periodo de muestreo.

CAPITULO V: DISCUSION

5.1 *Prochilodus nigricans*

Proporción sexual

En el presente estudio la longitud total y peso promedio de los individuos hembras de *Prochilodus nigricans* fue de 16 – 36 cm y 231.59 g; mientras que, en los individuos machos tuvieron un peso promedio de 216.97 g. Este resultado 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, por el incremento de las gónadas.

Referente a la proporción sexual global en este estudio se registró una proporción de 1.3:1 a favor de las hembras, siendo este valor significativo según el resultado de χ^2 . Este resultado es diferente a lo reportado por Doria-Gonzales *et al*⁽¹³⁾; 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⁽¹⁰⁾ quien registró un proporción sexual de 1:1 para individuos de *Prochilodus nigricans*, colectados en el río Ucayali entre febrero a diciembre de 1994. Por otro lado, nuestro resultado de proporción sexual es similar a lo reportado por Flores-Gómez, *et al*⁽¹²⁾, quienes registraron diferencia significativa, a favor de las hembras (1.05H:1M).

Al analizarse la proporción sexual de *Prochilodus nigricans* por meses, se observa que las hembras predominan durante gran parte el año; a excepción

de machos quienes predominaron en el mes de diciembre de 2020 y mayo, setiembre y octubre de 2021.

Talla de primera madurez sexual

En este estudio se determinó que la talla de primera madurez sexual para individuos hembras de *Prochilodus 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-Gómez et al.⁽¹²⁾, quienes registraron para hembras 23.5 cm de longitud total, en peces colectados en el río Ucayali, durante los años 2008-2013; Riofrio⁽¹⁰⁾, 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⁽³¹⁾, registra 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⁽⁹⁾, registró talla de primera madurez sexual en 23.4 cm longitud horquilla para macho y 24.3 cm longitud horquilla para hembras; asimismo, Deza⁽¹¹⁾ en especímenes procedentes del río Ucayali en la ciudad de Pucallpa el 2006, registró tallas de 21.1 cm longitud horquilla para machos y 21.8 cm longitud horquilla para hembras. La diferencia de los valores de talla de primera madurez sexual de *Prochilodus nigricans* puede atribuirse a las tallas tomadas por los autores, Riofrio quien registró talla total, Montreuil⁽⁹⁾, Aurea y Deza⁽¹¹⁾ registraron talla a la horquilla. Asimismo, la diferencia puede ser atribuida a lugar y época de colecta de los peces; según⁽³²⁾, 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 la tallas de los peces, por la presión que existe por el recurso⁽³²⁾.

Índice Gónadosomático

Referente al índice gónadosomático (IGS) entre los meses de febrero a octubre de 2021 se registró una disminución de los valores, lo cual indican que las hembras de *Prochilodus nigricans* se encuentran reproductivamente inactivas. Por otro lado, en los meses de noviembre 2020 a enero de 2021 se registró un incremento del IGS, lo cual indica que durante estos tres meses es la época reproductiva de los individuos de *Prochilodus nigricans* presentes en San Pablo, bajo Amazonas, siendo el periodo de reproducción más alto el mes de noviembre.

Los resultados de IGS de este estudio difieren temporalmente en relación a los resultados de Montreuil⁽⁹⁾, quien registra incremento de IGS entre los meses de enero a marzo (época de intenso), al estudiar el desove de *Prochilodus nigricans* en muestras colectadas de los desembarques pesqueros de la ciudad de Iquitos y Nauta, en la región Loreto; con Flores-Gómez et al.,⁽¹²⁾ quienes registraron incremento de IGS 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 Doria Gonzales⁽¹³⁾, quienes registraron incremento de IGS entre los meses de abril a setiembre en peces colectados del río San Jorge en Colombia. Esta diferencia de resultado se debe al lugar y estacionalidad del río durante la época que fueron colectados los individuos de *Prochilodus nigricans*.

5.2 *Arapaima gigas*

Proporción sexual

En este estudio los individuos hembras de *Arapaima gigas* registraron mayor talla y peso, que los individuos machos.

Talla de primera madurez sexual

En este estudio dos individuos estuvieron en estadio maduro (III), teniendo tallas de 175 cm y 192 cm; las tallas están por encima de lo reportado por Campos⁽¹⁵⁾, en peces colectados en el lago Sauce en la región San Martín, quien menciona que *Arapaima gigas* se reproduce en una talla aproximadamente de 160 cm. Asimismo, por Imbiriba⁽¹⁴⁾, quien registra talla de primera madurez sexual de ejemplares machos y hembras de *Arapaima gigas* en 170 cm (=1.70 m) con pesos entre 40 a 45 kg, de individuos manejados en cautiverio en Brasil. Por otro lado, nuestro resultado está por debajo de lo reportado por Guerra⁽¹⁸⁾, quien determinó que la primera madurez sexual de *Arapaima giga* de la Reserva Pacaya Samiria en la región Loreto, se da en peces con talla 185 cm.

Índice Gónadosomático

Referente al índice gónadosomático (IGS) de *Arapaima gigas* en este estudio no se pudo determinar debido al número reducido de ejemplares colectados. Sin embargo, se registró dos individuos maduros en el mes de marzo y abril de 2022. Según, la literatura científica, generalmente *Arapaima gigas* se reproduce entre los meses de octubre a marzo, asimismo esta especie tiene reproducción de tipo parcelado, pudiendo reproducirse durante todo el año⁽¹⁶⁾.

En general el número reducido de individuos de *Arapaima gigas* colectados en el presente estudio se debe a la época de veda establecida por la Direpro Loreto (octubre a febrero) y al Estado de Emergencia decretado por el Estado, por causa de COVID19, lo que impidió a que los pescadores puedan movilizarse a la zona pesca y capturar a los especímenes de *Arapaima gigas*. Sin embargo, al realizare una encuesta a 22 pescadores de zona San Pablo del bajo Amazonas, sobre la presencia y ausencia de *Arapaima gigas*, se registró que el 77% (n=17) mencionaron que no existe el recurso paiche y 33% (n=5) mencionaron que si existe el recurso paiche.

CAPITULO VI: CONCLUSIONES

1. En este estudio se determinó una proporción sexual de 1.3:1 a favor de los individuos hembras de *Prochilodus nigricans* y 1.6:1 a favor de los individuos hembras de *Arapaima gigas*.
2. La primera talla de madurez sexual de los individuos hembras de *Prochilodus nigricans* 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).
3. Los individuos hembras *Prochilodus nigricans* registraron incremento del Índice gónadosomático (mayores valores) en los meses de noviembre y diciembre de 2020; y los menores valores en los meses de febrero a setiembre de 2021.
4. La proporción de individuos, talla de primera madurez sexual e índice gónadosomático de *Arapaima gigas*, no pudieron ser determinados con rigor científico en el presente estudio, debido al reducido número de individuos, a causa del estado de emergencia decretado por el estado (COVID19), lo cual impidió a que los pescadores puedan movilizarse a la zona pesca y capturar a los especímenes de *Arapaima gigas*.
5. Según la encuesta realizada a 22 pescadores de zona San Pablo del bajo Amazonas, sobre la presencia y ausencia de *Arapaima gigas*, se registró que el 77% (n=17) mencionaron que no existe el recurso *Arapaima gigas* y 33% (n=5) mencionaron que si existe el recurso paiche.

CAPITULO VII: RECOMENDACIONES

1. Proponer tallas mínimas de captura de *Prochilodus nigricans* en la cuenca baja del río Amazonas.
2. Realizar estudios de biología reproductiva de otras especies de peces, de importancia económica para la región Loreto.
3. Difundir los resultados de este estudio a instituciones involucradas en sector pesquero, asimismo a los pescadores y pobladores de la cuenca baja del río Amazonas.
4. Desarrollar un estudio de *Arapaima gigas* en época de no pandemia, en San Pablo del bajo Amazonas, porque, la veda y los pocos individuos, no permitieron contar con resultados adecuados.

CAPÍTULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Granado C. Ecología de Comunidades: El paradigma de los peces de agua dulce. Universidad de Sevilla; 2000. p. 284.
2. Junk W, Soares M. Freshwater Fish Habitats in Amazonia: State of Knowledge, Management, and Protection. Aquatic Ecosystem Health and Management. En 2001. p. 437-51.
3. Ortega H, Hidalgo M, Corea E, Espino J, Chocano L, Trevejo G, et al. 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; 2011. 48 p.
4. Garcia Davila Carmen Rosa, Sánchez Riveiro Homero, Flores Silva Mayra Almendra, Mejia de Loayza Jose Eduardo, Angulo Chavez Carlos Alberto Custodio, Castro Ruiz Diana, et al. Peces de Consumo de la Amazonia Peruana. primera edicion, agosto de 2018. Iquitos, Perú; 2018. 218 p.
5. Tello S, Bayley P. 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. En Iquitos, Perú; 2001. p. 123-139.
6. García A, Montreuil v. La veda como un instrumento de manejo del paiche en Loreto. En Iquitos – Perú; 2003. p. 83-89.

7. Renno J, García C, Duponchelle F, Núñez J. Biología de las Poblaciones de Peces de la Amazonía y Piscicultura. Vol. 1. 2005.
8. Guerra H, Rebaza M, Alcántara F, Rebaza C, Deza S, Tello S, et al. Cultivo y Procesamiento de Peces Nativos: Una propuesta productiva para la Amazonia Peruana. Iquitos – Perú; 2000.
9. Montreuil V, Garcia A, Rodriguez R. Biología reproductiva de boquichico (*Prochilodus nigricans*) En la Amazonia Peruana. Vol. Folia Amaz-IIAP 12. Iquitos – Perú; 2001.
10. Riofrío J. Aspectos biométricos y reproductivos de Boquichico *Prochilodus nigricans* Agassiz, 1829 (Pisces: Prochilodontidae) en Ucayali, Perú. 2002;111-115 p.
11. Deza S, Bazán R. Propuesta de manejo de poblaciones naturales de “llambina” *Potamorhina altamazonica* y “boquichico” *Prochilodus nigricans* para la Región Ucayali; 2006.
12. Flores Gomez S, Riofrío J, Salazar L, Zavaleta J. Características biológicas y poblacionales del “boquichico” *Prochilodus nigricans* en río Ucayali – Perú (2008-2013). 2021;7:30-37 p.
13. Gonzales M, Galvis A, Guevara F, Nieto C. Biología reproductiva de Bocachico *Prochilodus magdalenae* (Prochilodontidae) En el río San Jorge, Colombia; 2021;54-61 p.
14. Imbiriba Palmeira E. Potencial de criação de pirarucu, *Arapaima gigas* , en cativeiro; En 2001. p. 299-316.

15. Campos Baca L. Historia biológica del Paiche o Pirarucu *Arapaima gigas* (Cuvier) y bases para su cultivo en la Amazonía, Iquitos - Perú. Iquitos – Perú: Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) - Programa de Biodiversidad; 2001. 27 p.
16. Alcántara F, Wust w, Tello S, Del Castillo D, Rebaza M. Paiche el gigante del Amazonas. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana; 2006.
17. Álvarez Calderón P, Soldi Soldi H, Castro Silvestre M, Del Valle Ayala O. Protocolo de Reproducción de Paiche *Arapaima gigas* . Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero;
18. Guerra Flores H. Desarrollo sexual del paiche (*Arapaima gigas*) en las zonas reservadas del estado (ríos Pacaya y Samiria); 1971-197. 1980 p. 22 p.
19. Hidalgo M, Medrano E, Montalvan M, Rivera R, Robilliard L. El Mar Dulce": El Majestuoso Amazonas. Iquitos – Perú; 2008.
20. Chuctaya Vasquez J. Diversidad de la Ictiofauna y variaciones espacio temporales en los ambientes Lénticos de la cuenca del río Ampiyacu (Loreto) en el período agosto 2009 – julio 2010. [Lima – Perú]: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2014.
21. Sioli H. Studies in amazonian waters. "Atas do Simposio sobre a biota amazonica. Vol. 3. Brazil; 1967.

22. Pinilla Agudelo G. Ecología de fitoplancton en un lago amazonico de aguas claras. Noviembre, 2005. Colombia: Universidad de Bogota Jorge Tadeo Lozano; 2005. 258 p.
23. Vazzoler AE. Biología da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. Maringá; 1996. 169 p.
24. Domingo L. Glosario ilustrado de ictiología para el mundo hispanohablante. Departament d'Agricultura, Alimentació i Acció Rural, per aquesta primera edició. Barcelona; 2007. 967 p.
25. Tresierra A, Cuiquichicon Z, Veneros B. Biología Reproductiva en Peces,. Trujillo; 2002.
26. Restrepo V. Glosario de Terminos Pesqueros. España; 2001.
27. Restrepo V. Glosario de Terminos Pesqueros. España; 2002.
28. Iwaszkiw J. Biología reproductiva;1990. 25-29 p.
29. Holden M, Raitt D. Manual de ciencia pesquera. parte 2. Métodos para investigar los recursos y su aplicación; 1975. 115-211 p.
30. Vazzoler AE. Biología da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. Maringá; 1996. 169 p.
31. García VA, Rodríguez H, Tello S. Madurez sexual de boquichico *Prochilodus nigricans*. Manejo de Fauna Silvestre en la Amazonía; 1994. pp. 217-221.

32. WOOTTON RJ. Ecology of teleost fishes. London: Chapman and Hall.
Fish and Fisheries series, 1;1995.
33. 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; 2013 9(2).

Anexos

Anexo 2. Análisis biométrico, peso y longitud de *Prochilodus nigricans* “boquichico”



Anexo 3. Análisis biométrico, peso y longitud de *Arapaima gigas* “paiche”.



Anexo 4. Pesado de las gónadas tanto *Prochilodus nigricans* “boquichico” (izquierdo) y *Arapaima gigas* “paiche” (derecho) en estado de maduración.



Anexo 5. Observación directa para identificar el estadio gonadal, tanto para *Prochilodus nigricans* “boquichico” y *Arapaima gigas* “paiche”



Anexo 6. Encuesta a pescadores sobre pesca de *Arapaima gigas* “paiche” del distrito de San Pablo.

Nº	DNI	Nombre y Apellidos	¿Existe el recurso paiche en el lugar donde pesca?	
			SI	NO
1	05792305	Juan Manuel Pérez Ruiz		x
2	05345679	Pablo Vásquez Huayllahua	X	
3	80552841	Hipolito Trigos Arirama		X
4	42344442	Waldemar Fasabi Fasabi		X
5	05783536	Anival Vilca Rengifo		X
6	43576289	Tulio Llerena Huayllahua		X
7	43135061	Luis Segundo Iglesias Sinarahua		X
8	05792125	Armando Chávez Magallanes	X	
9	05792044	Jorge Robledo Flores	X	
10	05760590	Edinson Huaycama Do Santos		X
11	47989102	Enrique Pisco Shuña	X	
12	80568290	Juan Olegario Sinarahua Alvis		X
13	05783140	Francisco Alfredo Huayllahua Chávez	X	
14	80555411	Ramón Gamas Arirama		X
15	47835096	Cesar López Tapullima		X
16	05795259	Fernando Iglesias Sinarahua		X
17	80437919	Antonio Gamas Arirama		X
18	75458907	Roberto Ramírez Torres		X
19	05860456	Hernán Alvis Macedo		X
20	46201641	Tito Panduro Ríos		X
21	47301920	Misael Macedo Linares		X
22	43808898	Augusto Gamas Santillán		X

Anexo 7. Registro de la encuesta a pescadores de la zona de San Pablo.



Anexo 8. Escala de madurez gonadal para individuos machos de *Prochilodus nigricans* “boquichico”

ESTADIOS	DESCRIPCIÓN	FOTOS ILUSTRATIVAS
<p>Estadio I INMADURO</p>	<p>Gónada muy pequeña, delgada y transparentes que ocupa el tercio inferior, esperma no visible.</p>	
<p>Estadio II: MADURACIÓN INICIAL</p>	<p>Testículos en forma de filamentos, más desarrollados que en el estadio anterior, de color translúcidos o de color rojo pálido. esperma no visible.</p>	
<p>Estadio III: MADURACIÓN INTERMEDIA</p>	<p>Gónada más desarrollada, de color blanquecino, o rosado claro, pero no se observa el esperma, ocupa las 2/3 partes.</p>	

<p>Estadio IV: MADURACIÓN AVANZADA</p>	<p>Los testículos son más grandes, más anchos y de color blanquecino, o rosado claro, el esperma se halla denso, no fluye a una ligera presión.</p>	
<p>Estadio V: MADURO</p>	<p>Testículos grandes que ocupan casi toda la cavidad ventral. De color totalmente blancos. el esperma fluye a una ligera presión.</p>	
<p>Estadio VI: DESOVADO</p>	<p>Testículos flácidos y delgados debido a que el semen ya fue expulsado. de color blanco rojizo y Con mucha sanguinolencia.</p>	

Anexo 9. Escala de madurez gonadal para individuos hembras de *Prochilodus nigricans* “boquichico”

ESTADIOS	DESCRIPCIÓN	FOTOS ILUSTRATIVAS
<p>Estadio I: INMADURO</p>	<p>Ovarios pequeños, delgados de color rosado claro translucido. Óvulos no visibles.</p>	
<p>Estadio II: MADURACIÓN INICIAL</p>	<p>Ovarios de color rojizo, más desarrollados que en el estadio anterior. Óvulos no visibles, ocupa las 2/3 partes.</p>	

<p>Estadio III: MADURACIÓN INTERMEDIA</p>	<p>Ovarios de color rojizo Vinoso con irrigación sanguínea. Los óvulos han aumentado de volumen y tamaño, se Pueden observar los ovocitos como pequeños puntos blancos.</p>	
<p>Estadio IV: MADURACIÓN AVANZADA</p>	<p>Gónada muy desarrollada, de color verdoso, ocupan más de la mitad de la cavidad ventral, no fluyen a presión.</p>	
<p>Estadio V: MADURO</p>	<p>Ovarios completamente redondos y homogéneos de color verde intenso, ocupan toda la cavidad abdominal. Los oocitos fluyen a una ligera presión del abdomen.</p>	

<p>Estadio VI: DESOVADO</p>	<p>Gónadas de color blanco rojizo y rojo vinoso, flácidas, como sacos vacíos, porque fueron expulsados los óvulos.</p>	
---	--	--