



**UNAP**



Iquitos Perú  
1977

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

**TESIS**

**BIOLOGÍA REPRODUCTIVA DE *Hypophthalmus edentatus* “MAPARATE”  
(AGASSIZ, 1829) y *Brycon amazonicus* (SPIX & AGASSIZ, 1829)  
“SÁBALO COLA ROJA” EN LA CUENCA MEDIA DEL RÍO PUTUMAYO,  
LORETO – PERÚ**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
BIÓLOGO**

**PRESENTADO POR  
LUIS OLABO SOTELO LESCANO**

**ASESORES**

**Blgo. LUIS EXEQUIEL CAMPOS BACA, Dr.**

**Blgo. JAVIER DEL ÁGUILA CHÁVEZ, Dr.**

**CO-ASESORES**

**Blgo. CARLOS MAX ARANGO MORA, M.Sc.**

**Blgo. ROMMEL ROBERTO ROJAS ZAMORA, Dr.**

**IQUITOS, PERÚ**

**2022**

# ACTA DE SUSTENTACIÓN



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 017-CGT-UNAP-2022

En la ciudad de Iquitos, Departamento de Loreto, mediante plataforma virtual, a los 20 días del mes de junio del 2022, a horas 8:05 se dio inicio a la sustentación pública de la Tesis titulada: "BIOLOGIA REPRODUCTIVA DE *Hypophthalmus edentatus* "MAPARATE" (AGASSIZ, 1829) y *Brycon amazonicus* (SPIX & AGASSIZ, 1829) "SABALO COLA ROJA" EN LA CUENCA MEDIA DEL RÍO PUTUMAYO, LORETO - PERÚ", presentado por el Bachiller LUIS OLABO SOTELO LESCANO, autorizada mediante RESOLUCIÓN DECANAL N° 227-2022-FCB-UNAP, para optar el Título Profesional de BIÓLOGO, 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° 045-2022-FCB-UNAP, de fecha 04 de febrero de 2022, integrado por los siguientes Profesionales:

- |  |              |
|--|--------------|
| - Blga. ROSSANA CUBAS GUERRA, M.Sc.        | - Presidente |
| - Blga. EMER GLORIA PIZANGO PAIMA, M.Sc.   | - Miembro    |
| - Blga. CAROL MARGARETH SÁNCHEZ VELA, Dra. | - 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 ha sido aprobado con la calificación de muy buena estando el Bachiller apto para obtener el Título Profesional de BIÓLOGO.

Siendo las 9:25 se dio por terminado el acto de sustentación.

  
Blga. ROSSANA CUBAS GUERRA, M.Sc.  
Presidente

  
Blga. EMER GLORIA PIZANGO PAIMA, M.Sc.  
Miembro

  
Blgo. LUIS EXEQUIEL CAMPOS BACA, Dr.  
Asesor

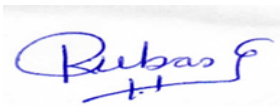
  
Blgo. CARLOS MAX ARANGO MORA, MSc.  
Co-asesor

  
Blga. CAROL MARGARETH SÁNCHEZ VELA, Dra.  
Miembro

  
Blgo. JAVIER DEL AGUILA CHÁVEZ, Dr.  
Asesor

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

## JURADO CALIFICADOR Y DICTAMINADOR



---

**Blga. ROSSANA CUBAS GUERRA, M.Sc.**  
**PRESIDENTE**



---

**Blga. EMER GLORIA PIZANGO PAIMA, M.Sc.**  
**MIEMBRO**



---

**Blga. CAROL MARGARETH SÁNCHEZ VELA, Dra.**  
**MIEMBRO**

## ASESORES

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Luis Exequiel Campos Baca', with a large, stylized initial 'L' and 'C'.

---

**Blgo. LUIS EXEQUIEL CAMPOS BACA, Dr.**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Javier Del Águila Chávez', with a large, stylized initial 'J' and 'A'.

---

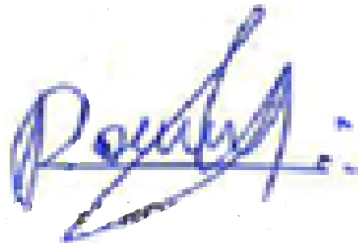
**Blgo. JAVIER DEL ÁGUILA CHÁVEZ, Dr.**

## COASESORES

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Carlos Max Arango Mora', written in a cursive style.

---

**Blgo. CARLOS MAX ARANGO MORA, M.SC.**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Rommel Roberto Rojas Zamora', written in a cursive style.

---

**Blgo. ROMMEL ROBERTO ROJAS ZAMORA, Dr.**

A **DIOS**, por darme fuerzas y fortalezas para superar momentos difíciles y adversidades, a mi Madre **Maribel Lescano** por su apoyo incondicional, sus consejos, recomendaciones, amor, cariño, sacrificio y aprecio; a mis hermanas **Elisa Sotelo** y **Ani Sotelo** por ser muy buenas personas y siempre guiarme a seguir adelante. Y a mi sobrina **Rose Príncipe** por su aprecio y cariño.

***LUIS OLABO***

## AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, y a la Facultad de Ciencias Biológicas – Escuela de Formación Profesional de Ciencias Biológicas, que, a través de su plana docente, contribuyeron en mi formación profesional.
- Al Ing. Mauro Vásquez Ramírez, por darme la oportunidad de realizar mi tesis de pregrado en el Sub Proyecto PNIPA-PES-SIADE-PP 000157.
- A mis asesores: Blgo. Luis Exequiel Campos Baca, Dr., y Blgo. Javier Del Águila Chávez, Dr., por sus grandes enseñanzas, conocimientos compartidos y por sus grandes aportes para la mejora de la tesis.
- A mis coasesores: Blgo. Carlos Max Arango Mora, M.Sc., y Blgo. Rommel Roberto Rojas Zamora, Dr., por sus aportes, recomendaciones, sugerencias y apoyo estadístico para la presente tesis.
- A la Blga. Emer Gloria Pizango Paima, M.Sc., Blga. Rossana Cubas Guerra, M.Sc., y a la Blga. Carol Margareth Sánchez Vela, Dra., por sus enseñanzas, grandes aportes, orientaciones y sugerencias para la mejora de la tesis.
- Al Blgo. Víctor Hugo Montreuil Frías Dr., Blgo. Enrique Ríos Isern Dr., Blgo. Luis García Ruíz, M.Sc., y Blgo. Homero Sánchez Riveiro por sus sugerencias y conocimientos compartidos para la mejora de la tesis.
- A los integrantes de la Asociación de Pescadores “San Pedro” de El Estrecho, por su tiempo y apoyo para el traslado a las zonas de pesca.
- Al Blgo. Ulises Ruíz por el apoyo brindando durante la ejecución de la tesis.
- Y a todas las personas que aportaron de cualquier otra forma con la presente tesis.

## ÍNDICE

PORTADA.....	i
ACTA DE SUSTENTACIÓN.....	ii
JURADO CALIFICADOR Y DICTAMINADOR.....	iii
ASESORES.....	iv
COASESORES.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	xii
LISTA DE TABLAS.....	xiii
LISTA DE GRÁFICOS.....	xiv
LISTA DE ANEXOS.....	xvi
RESUMEN.....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO.....	5
1.1. Antecedentes.....	5
1.1.1. <i>H. edentatus</i> .....	5
1.1.2. <i>B. amazonicus</i> .....	6
1.2. Bases teóricas.....	9



1.2.1. Características generales del río Putumayo.....	9
1.2.2. Características generales de la cuenca media del río Putumayo.....	9
1.2.3. Ictiofauna del río Putumayo.....	10
1.2.4. Biología reproductiva.....	11
1.2.4.1. Aspectos importantes de la biología reproductiva.....	12
1.2.4.1.1. Madurez sexual.....	12
1.2.4.1.2. Proporción sexual.....	12
1.2.4.1.3. Gónada.....	13
1.2.4.1.4. Índice gonadosomático.....	13
1.2.4.1.5. Desove.....	13
1.2.5. Especies en estudio.....	14
1.2.5.1. Descripción de <i>H. edentatus</i> .....	14
1.2.5.1.1. Descripción taxonómica.....	14
1.2.5.1.2. Carácter distintivo.....	15
1.2.5.1.3. Distribución geográfica.....	15
1.2.5.1.4. Biología y ecología.....	15
1.2.5.1.5. Importancia económica.....	16
1.2.5.1.6. Desembarque pesquero.....	16
1.2.5.2. Descripción de <i>B. amazonicus</i> .....	17
1.2.5.2.1. Descripción taxonómica.....	17

1.2.5.2.2. Carácter distintivo.....	18
1.2.5.2.3. Distribución geográfica.....	18
1.2.5.2.4. Biología y ecología.....	19
1.2.5.2.5. Importancia económica.....	19
1.2.5.2.6. Desembarque pesquero.....	19
1.3. Definición de términos básicos.....	20
<b>CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES.....</b>	<b>21</b>
2.1. Formulación de la hipótesis.....	21
2.2. Variable y su operacionalización.....	21
2.2.1. Variable.....	21
<b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....</b>	<b>22</b>
3.1. Tipo y diseño.....	22
3.2. Diseño muestral.....	22
3.2.1. Área de estudio.....	22
3.3. Procedimientos de recolección de datos.....	26
3.3.1. Estimación de la talla de primera madurez sexual.....	27
3.3.2. Determinación de la proporción sexual.....	27
3.3.3. Cálculo del índice gonadosomático.....	31
3.3.4. Procesamiento y análisis de datos.....	31
3.3.5. Aspecto ético.....	31
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....</b>	<b>32</b>
4.1. Estudio de la biología reproductiva de <i>H. edentatus</i> .....	32

4.1.1. Talla de la primera madurez sexual de <i>H. edentatus</i> .....	32
4.1.2. Proporción sexual de <i>H. edentatus</i> .....	33
4.1.3. IGS de <i>H. edentatus</i> .....	35
4.2. Estudio de la biología reproductiva de <i>B. amazonicus</i> .....	37
4.2.1. Talla de la primera madurez sexual de <i>B. amazonicus</i> .....	37
4.2.2. Proporción sexual de <i>B. amazonicus</i> .....	38
4.2.3. IGS de <i>B. amazonicus</i> .....	40
<b>CAPÍTULO V: DISCUSIÓN.....</b>	<b>42</b>
5.1. <i>H. edentatus</i> .....	42
5.1.1. Talla de la primera madurez sexual.....	42
5.1.2. Proporción sexual.....	43
5.1.3. Índice gonadosomático.....	44
5.2. <i>B. amazonicus</i> .....	44
5.2.1. Talla de la primera madurez sexual.....	44
5.2.2. Proporción sexual.....	45
5.2.3. Índice gonadosomático.....	46
<b>CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES.....</b>	<b>47</b>
<b>CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES.....</b>	<b>48</b>
<b>CAPÍTULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN.....</b>	<b>49</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>55</b>

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura N° 01.</b> Cuenca del Putumayo.....	10
<b>Figura N° 02.</b> <i>H. edentatus</i> .....	14
<b>Figura N° 03.</b> <i>B. amazonicus</i> . ....	17
<b>Figura N° 04.</b> Ubicación geográfica del puerto de desembarque pesquero (punto verde).....	25

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla N° 01.</b> Coordenadas de las zonas de pesca de la cuenca media del río Putumayo.....	26
<b>Tabla N° 02.</b> Escala de madurez sexual para evaluar hembras y machos de <i>H. edentatus</i> .....	28
<b>Tabla N° 03.</b> Escala de madurez sexual para evaluar hembras de <i>B. amazonicus</i> .....	29
<b>Tabla N° 04.</b> Escala de madurez sexual para evaluar machos de <i>B. amazonicus</i> .....	30
<b>Tabla N° 05.</b> Proporción sexual de individuos de <i>H. edentatus</i> por meses en la cuenca media del río Putumayo, utilizando el Chi-cuadrado.....	34
<b>Tabla N° 06.</b> Proporción sexual de individuos de <i>B. amazonicus</i> en la cuenca media del río Putumayo, utilizando el Chi-cuadrado.....	39

## LISTA DE GRÁFICOS

Pág.

<b>Gráfico N° 01.</b> Temperatura ambiente promedio, noviembre del 2020 a octubre del 2021, según Estación Meteorológica “San Antonio de El Estrecho”.....	24
<b>Gráfico N° 02.</b> Niveles del río Putumayo, noviembre del 2020 a octubre del 2021, según SENAMHI.....	24
<b>Gráfico N° 03.</b> Proporción del tamaño de la primera madurez sexual de <i>H. edentatus</i> hembras en la cuenca media del río Putumayo.....	32
<b>Gráfico N° 04.</b> Proporción del tamaño de la primera madurez sexual <i>H. edentatus</i> machos en la cuenca media del río Putumayo.....	33
<b>Gráfico N° 05.</b> Porcentaje de la proporción sexual de <i>H. edentatus</i> en la cuenca media del río Putumayo.....	34
<b>Gráfico N° 06.</b> Análisis de Kruskal-Wallis entre la longitud estándar y los estadíos de madurez sexual de <i>H. edentatus</i> .....	35
<b>Gráfico N° 07.</b> Índice gonadosomático (IGS) de <i>H. edentatus</i> hembras y el nivel del río (m.s.n.m) en la cuenca media del río Putumayo.....	36
<b>Gráfico N° 08.</b> Índice gonadosomático (IGS) de <i>H. edentatus</i> machos y el nivel del río (m.s.n.m) en la cuenca media del río Putumayo.....	36
<b>Gráfico N° 09.</b> Proporción del tamaño de la primera madurez sexual de <i>B. amazonicus</i> hembras en la cuenca media del río Putumayo.....	37
<b>Gráfico N° 10.</b> Proporción del tamaño de la primera madurez sexual de <i>B. amazonicus</i> machos en la cuenca media del río Putumayo.....	38
<b>Gráfico N° 11.</b> Porcentaje de la proporción sexual de <i>B. amazonicus</i> en la cuenca media del río Putumayo.....	39
<b>Gráfico N° 12.</b> Análisis de Kruskal-Wallis entre la longitud estándar y los estadíos de madurez sexual de <i>B. amazonicus</i> .....	40

**Gráfico N° 13.** Índice gonadosomático (IGS) de *B. amazonicus* hembras y el nivel del río (m.s.n.m) en la cuenca media del río Putumayo.....41

**Gráfico N° 14.** Índice gonadosomático (IGS) de *B. amazonicus* machos y el nivel del río (m.s.n.m) en la cuenca media del río Putumayo.....41

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
<b>Anexo N° 01.</b> Diseño de la investigación.....	55
<b>Anexo N° 02.</b> Formato PC-Pesca para el consumo local de desembarque pesquero, diseñado por el PEBDICP, UNAP y IIAP.....	55
<b>Anexo N° 03.</b> Bote “chalupa”.....	56
<b>Anexo N° 04.</b> Colocando las mallas de pescar en zonas cercanas a la orilla de la cocha en horas de la tarde.....	56
<b>Anexo N° 05.</b> Revisión de las mallas de pescar en horas de la madrugada.....	56
<b>Anexo N° 06.</b> Formato EB-1: Evaluación biológica.....	57
<b>Anexo N° 07.</b> Realizando las medidas biométricas de <i>B. amazonicus</i> .....	57
<b>Anexo N° 08.</b> Apertura del cuerpo de <i>B. amazonicus</i> e identificación de su gónada.....	57
<b>Anexo N° 09.</b> Pesaje de <i>B. amazonicus</i> .....	58
<b>Anexo N° 10.</b> Pesaje de una gónada de <i>B. amazonicus</i> en estadio maduro.....	58
<b>Anexo N° 11.</b> Base de datos de <i>Hypophthalmus edentatus</i> (noviembre).....	59
<b>Anexo N° 12.</b> Base de datos de <i>B. amazonicus</i> (noviembre).....	60



## RESUMEN

Se realizó una investigación de noviembre del 2020 a octubre del 2021, para conocer la biología reproductiva de *Hypophthalmus edentatus* (Agassiz, 1829) “maparate” y *Brycon amazonicus* (Spix & Agassiz, 1829) “sábalo cola roja”, en la cuenca media del río Putumayo, Loreto – Perú. El objetivo del estudio fue estimar la talla de primera madurez sexual, determinar la proporción sexual y calcular el índice gonadosomático de las especies. Se utilizó la metodología descrita por Tresierra, A., & Culquichicón, Z. Los especímenes se obtuvieron del Puerto de desembarque pesquero, Mercado Municipal de la ciudad de San Antonio de El Estrecho y mediante pescas exploratorias. Para *H. edentatus*, la talla de madurez sexual fue estimada en 28.3 cm de longitud estándar para hembras, y 26.5 cm para machos. Se registraron un total de 192 individuos para *H. edentatus*, 127 (66%) hembras y 65 (34%) machos. El índice gonadosomático (IGS) en hembras, presentó su valor más alto en abril, con un valor de 1.6%, y su valor más bajo (0.14%) en enero. El valor máximo en machos se obtuvo en abril, con un 0.6%, y su valor mínimo en marzo, con 0.05%. Para *B. amazonicus*, la talla de primera madurez sexual registró una longitud estándar de 25.1 cm para las hembras, y 24.8 cm para los machos. Se registraron 152 individuos, de los cuales, 101 (66%) fueron hembras y 51 (34%) machos. El índice gonadosomático (IGS) en hembras presentó su valor más alto en enero, con un valor de 6.99%, y su valor más bajo (0.17%) en julio. En relación a los machos, el valor máximo se obtuvo en enero, con un 1.09%, y sus valores mínimos en julio y octubre, con 0.2%. Se concluye que los machos de *Hypophthalmus edentatus* y *Brycon amazonicus* maduran en menor tiempo que las hembras.

Palabras Claves: *Hypophthalmus edentatus*, *Brycon amazonicus*, talla de primera madurez sexual, proporción sexual e índice gonadosomático.

## ABSTRACT

An investigation was carried out from November 2020 to October 2021, to know the reproductive biology of *Hypophthalmus edentatus* (Agassiz, 1829) "maparate" and *Brycon amazonicus* (Spix & Agassiz, 1829) "sábalo cola roja", in the middle basin of the Putumayo River, Loreto – Peru. The objective of the study was to estimate the size at first sexual maturity, determine the sexual proportion and calculate the gonadosomatic index of the species. The methodology described by Tresierra, A., & Culquichicón, Z., was used. The specimens were obtained from the fishing landing port, the Municipal Market of the city of San Antonio de El Estrecho and through exploratory fishing. For *H. edentatus*, the size at sexual maturity was estimated at 28.3 cm standard length for females and 26.5 cm for males. A total of 192 individuals they registered for *H. edentatus*, 127 (66%) females and 65 (34%) males. The gonadosomatic index (IGS) in females presented its highest value in April, with a value of 1.6%, and its lowest value (0.14%) in January. The maximum value in males was obtained in April, with 0.6%, and its minimum value in March, with 0.05%. For *B. amazonicus*, the size at first sexual maturity registered a standard length of 25.1 cm for females and 24.8 cm for males. 152 individuals were recorded, of which 101 (66%) were females and 51 (34%) males. The gonadosomatic index (IGS) in females presented its highest value in January, with a value of 6.99%, and its lowest value (0.17%) in July. In relation to males, the maximum value was obtained in January, with 1.09%, and its minimum values in July and October, with 0.2%. It is concluded that the males of *Hypophthalmus edentatus* and *Brycon amazonicus* mature in less time than the females.

**Key Words:** *Hypophthalmus edentatus*, *Brycon amazonicus*, size at first sexual maturity, sexual proportion and gonadosomatic index.

## INTRODUCCIÓN

Nuestra Amazonía alberga una gran variedad de especies de flora y fauna, y posee importantes especies endémicas, constituyéndose en una reserva genética de importancia mundial para el desarrollo humano. Esta zona geográfica, también es conocida por sus ricos minerales, petróleo y gas y otros recursos naturales, sin embargo, la pesca es la principal actividad, fuente de ingresos económicos y base de la alimentación de las poblaciones amazónicas (1).

A pesar de todas las riquezas naturales que posee el Amazonas, se hace evidente que los países que conforman la Amazonía, no tienen políticas claras para el desarrollo de las comunidades de esta región, así como tampoco propuestas para el crecimiento sostenible de las poblaciones amazónicas y la protección de los ecosistemas y especies que habitan en ellos (2), (3).

Por su parte, la Amazonía Peruana, es el espacio geográfico más extenso del territorio nacional ( $\pm 782820 \text{ km}^2$ , que representa el 60.9% del territorio nacional), y posee una gran variedad de géneros y especies de recursos hidrobiológicos, (alrededor de 2.500 especies de peces, muchos de los cuales, forman la base del sustento alimenticio diario, y son la principal fuente de ingresos económicos del poblador amazónico (4), (5), (12).

La gran importancia de los recursos pesqueros amazónicos, durante las últimas 4 décadas, se ha notado una reducción progresiva de los volúmenes de desembarque pesquero, la variación de las composiciones de especies capturadas y la reducción de las tallas de captura de más de 80 especies de peces. Siendo necesario, actualizar la información científica sobre el recurso, que permita ordenar el acceso adecuado al recurso y definir parámetros que permitan manejar técnicamente la pesca (6).

Asimismo, de las 13 especies que significaban más de 90% de las capturas en los años ochenta, ahora constituyen menos del 75% de las mismas.

Distintas especies de menor importancia, agrupadas en la condición “otros”, han comenzado a cobrar importancia de manera progresiva, como es el caso de *Calophysus macropterus* “mota”, que actualmente simboliza el 4.5 % de los desembarques en la región de Ucayali (7).

En Loreto, los datos estadísticos de los desembarques pesqueros, indican la dominancia de las especies *Prochilodus nigricans* “boquichico” y *Potamorhina altamazonica* “llambina”. La estructura no generalizada de los desembarques pesqueros, ha comenzado a pasar de un extremo a otro, entre el período de los ochenta hasta la actualidad, siendo que variedades de especies de gran contribución y elevado valor comercial y productivo, como el *Arapaima gigas* “paiche” o *Brachyplatystoma rousseauxii* “dorado”, que simbolizaban más de 7% de las capturas, actualmente, representan menos del 1.5 % (8), (9).

El Proyecto Especial Binacional de Desarrollo Integral de la Cuenca del río Putumayo (PEBDICP), es una institución especializada en la ejecución de proyectos regionales y binacionales para integrar las fronteras de la región Loreto con el país y promotora del desarrollo del mercado transfronterizo, para lo cual establece mecanismos y ejecuta acciones de carácter económico y social; para promover el desarrollo integral, armónico y sostenible de las zonas fronterizas de las cuencas de los ríos Putumayo, Amazonas, Napo y Yavarí. Actualmente el PEBDICP desarrolla el proyecto sobre “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 trapecio amazónico y la cuenca media y baja del río Putumayo, Loreto, Perú”, con el objetivo de generar conocimiento científico sobre 8 de las especies de peces de mayor valor comercial en el trapecio amazónico y la cuenca media y baja del Putumayo, para el diseño de herramientas de gestión y políticas pesqueras que contribuyan a la mejora de la gobernanza, el ordenamiento, la conservación y el aprovechamiento sostenible del recurso pesquero (10).

Por lo antes mencionado, la pesca en el río Putumayo es una de las principales actividades que desarrolla el poblador de la zona, sin embargo, no existe información científica en relación a las especies en estudio, que pueda servir de base para la gestión y el fomento de una actividad pesquera ordenada y sostenible (11).

*H. edentatus* es un pez que ha cobrado mucha importancia en la Amazonía Peruana, se localiza en las zonas superficiales e intermedias de los canales de los ríos. *B. amazonicus* es una especie importante para la piscicultura y de valioso valor económico y nutricional, y como pez deportivo en nuestra Amazonía Peruana (12).

Para el caso de *H. edentatus*, existen muy pocos registros de estudios científicos sobre su ecología y otros datos biológicos, que permitan su gestión y aprovechamiento sostenible, mientras que los registros de desembarque pesquero en el Putumayo, han presentado disminución en la última década, debido a la introducción de nuevos aparejos de pesca, como mallas y un incremento del esfuerzo pesquero, promovido por el crecimiento de la población en zonas ribereñas (13).

En relación a *B. amazonicus*, es un pez con características migratorias y con régimen alimenticio omnívoro, la carne de esta especie es apreciada por parte de los pobladores amazónico, por lo tanto, es una de las especies de mayor desembarque en los mercados de Loreto, superadas solo por especies como *Arapaima gigas*, *Colossoma macropomum* y *Brachyplatystoma rousseauxii* (14).

Por lo tanto, el presente estudio tuvo como objetivo general: evaluar la biología reproductiva de *H. edentatus* y de *B. amazonicus* en la cuenca media del río Putumayo, Loreto – Perú, los objetivos específicos fueron: a) estimar la talla de la primera madurez sexual, b) determinar la proporción sexual y c) calcular el índice gonadosomático.

La comprensión de la biología reproductiva de *H. edentatus* y *B. amazonicus* en la cuenca media del río Putumayo, es de gran importancia, debido a que en la actualidad, no existe suficiente información científica que permita la formulación de planes y estrategias para una gestión adecuada del recurso; la información que aquí se presenta, podrá servir como base para el desarrollo de programas de planes de gestión pesquera que redunden en el aprovechamiento sostenible de la pesca y el ordenamiento pesquero.

## CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

### 1.1. Antecedentes

#### 1.1.1. *H. edentatus*

En un estudio de investigación sobre la biología reproductiva de *H. edentatus* en el Lago Catanho, cuenca del Amazonas (Manaos, Brasil), se determinó que: el índice gonadosomático de esta especie, alcanza su valor máximo en el mes de febrero con 3.40% y su valor mínimo en julio con 0.18%, el valor máximo se relaciona con los más bajos niveles del río Amazonas (23.44 m) y el valor mínimo con un nivel de río alto (28.25 m); en relación a la escala de maduración, los mayores valores de estadíos fueron: en estadío I (reposo) con 18 individuos en el mes de agosto, en estadío II (maduración) con 4 individuos en el mes de noviembre, en estadío III (maduros) con 5 individuos en el mes de marzo, y por último en estudio IV (desovado) con 2 individuos en el mes de mayo. La indagación concluyó que la relación de la curva de maduración con el nivel del agua, indica que el desove de *H. edentatus*, ocurre cuando el agua tiende a alcanzar su nivel más alto (15).

En otra investigación desarrollada entre 1983 y 1985, sobre los aspectos del desarrollo gonadal y tipo de desove de las hembras de *H. edentatus*, en el Reservorio de Itaipu, cuenca del Iguazú (Brasil). Al efectuar análisis macro y microscópicos de hembras de *H. edentatus*, se determinó que el desarrollo gonadal de esta especie, puede ser descrito en seis estadíos: inmaduro, reposo, maduración, maduro, semi – desovado y desovado (16).

En el periodo del 2001 al 2005, en una investigación realizada sobre la biología reproductiva de *H. marginatus*, en la zona de embalse de la central hidroeléctrica de Tucuruí, cuenca Tocantins

(Brasil), se encontró que la proporción sexual de esta especie fue de 1.51:1 (H: M), siendo estadísticamente significativo; la talla inicial de madurez sexual fue 41 cm de longitud total, en especímenes del sexo hembra; y en cuanto a la época reproductiva, la frecuencia mayor de hembras maduras en 2001, 2002, 2003, 2004 y 2005 fue el primer y cuarto trimestre. La investigación concluyó que: en cuanto a la proporción sexual, existe una predominancia de las hembras; la talla de primera madurez sexual es alcanzada en el intervalo clase 39-42 cm; y por último, la época reproductiva indica que hay hembras maduras todo el año con picos en el 1° y 4° trimestre de cada año, indicando que el período de desove ocurre en su totalidad, correspondiente a los meses de octubre a marzo (17).

En el 2008 IMARPE inició el monitoreo de: *H. marginatus*, y otras especies de peces de importancia, la investigación se realizó en Pucallpa y Yarinacocha, cuenca del Ucayali (Perú), y concluyó que la talla media de madurez sexual de esta especie es de 23.8 cm de longitud estándar, también los resultados indican que la relación talla-peso tuvieron variaciones según sexo y especie. Posteriormente mediante los valores mensuales del IGS, se observó que la etapa reproductiva se presenta desde setiembre a febrero; en general, los mayores picos de madurez sexual (IGS) se presentaron en noviembre y diciembre, con característicos desoves en diciembre, enero y febrero, concordando con el inicio del período lluvioso en la región (18).

#### 1.1.2. *B. amazonicus*

En el 2012, se realizó una investigación sobre estudio gonadal de la sabaleta (*Brycon sp*) de la cuenca del Patía (Colombia) como indicador del potencial acuícola, la investigación concluyó que la población de *Brycon sp*, de la cuenca del río Patía está constituida



por 42.3% hembras y 57.7% machos, el análisis de regresión señala que la variabilidad observada en el valor del índice gonadosomático (IGS), se debe en un 97.9% a la variabilidad en el peso de la gónada, los ovarios y testículos según el examen macroscópico e histológico, registran tres estadios identificables de desarrollo, la totalidad de las hembras estudiadas no reportan viabilidad reproductiva a diferencia del 11.7% de los machos que se encontraban en estado de madurez, los pesos de las hembras y los machos en relación a la longitud presentan una precocidad sexual para compensar la vulnerabilidad que registran las poblaciones naturales (19).

Del año 2016 al 2017 se desarrolló una investigación sobre la biología reproductiva de *B. amazonicus*, en la cuenca media del río Amazonas (Colombia), cuyo objetivo fue evaluar aspectos poblacionales y algunos aspectos reproductivos como: el índice gonadosomático, talla media de madurez sexual, y los estadios gonadales con relación al nivel del río. La investigación determinó que: la talla de primera madurez sexual para hembras fue de 35.7 cm de longitud estándar; el Índice gonadosomático llegó a su valor máximo en el mes de noviembre con 1.5 y su valor mínimo entre el mes de agosto y el mes de setiembre con un valor menor a 0.5, siendo la época de reproducción de las hembras época de aguas en ascenso; y en cuanto a los estadios gonadales de hembras, el estadio II: maduración intermedia tuvo el mayor porcentaje en las gónadas de hembras en septiembre con un nivel bajo del río, los estadios III y IV: maduras tuvieron el mayor porcentaje en diciembre con un nivel del río ascendente, los estadios V y VI: desovados y en reposo tuvieron el mayor porcentaje en julio con un nivel del río en descenso. La investigación concluyó que la época reproductiva para la especie se estableció durante el período de aguas en ascenso, alcanzando su máximo pico a finales de noviembre y durante

diciembre; también se concluyó que, la reproducción es estacional, con una fuerte relación al régimen hidrológico (20).

En el 2017 se realizó una investigación con el objetivo general de evaluar la biología reproductiva de *B. henni* y estrategias de conservación para los ríos Nare y Guatapé, cuenca del Río Magdalena (Colombia). Se realizaron muestreos de campo, en diferentes períodos, se estudiaron un total de 848 especímenes, los machos predominaron en las capturas, y la proporción de sexos de 1.00: 0.82, se dio a conocer que el índice gonadosomático y los especímenes maduros tienen mucha influencia con la temporada de desove, la cual ocurre durante los períodos de mayor nivel de agua (temporada de lluvias). El tamaño medio en la madurez sexual (L50) de *B. henni* fue 17.15 cm de longitud estándar en hembras y 13.26 cm de longitud estándar en machos (21).

En el año 2018, se reportó en la ciudad de Pucallpa, cuenca del Ucayali (Perú), que *B. cephalus* “sábalo cola roja”, obtiene un promedio total en talla de 28.1 centímetros de longitud estándar en zaranda de 3 pulgadas de tamaño de malla, número de hilo 18 milímetros, longitud de relinga 7.5 metros, distanciamiento entre boyas 0.5 metros, distanciamiento de plomos 1 metro, longitud 7.5 metros y ancho de 6 metros, por lo tanto la zaranda selecciona tallas de peces que superan la madurez sexual, para el caso de los ejemplares no retenidas en zaranda, pero si en paño, la talla de promedio total de *B. cephalus* “sábalo cola roja”, fue de 21.4 centímetros de longitud estándar, por lo tanto también se obtuvieron especímenes que superan la madurez sexual (22).

## **1.2. Bases teóricas**

### **1.2.1. Características generales del río Putumayo**

El río Putumayo nace en el Nudo de los Pastos, a 3.600 m.s.n.m. Tiene un recorrido total de unos 2.000 km, de los cuales aproximadamente 1.330 km de la longitud del río comprende al Proyecto (tramo Güeppí-Tarapacá). Su caudal medio es de 5.000 m<sup>3</sup>/seg; y es navegable hasta la localidad de Puerto Asís por embarcaciones de carga de hasta 50 toneladas, con algunas limitaciones en tramos superiores durante las estaciones de aguas bajas en Colombia, y se vierte en el río Solimoes, en Brasil. Atraviesa los países de Colombia, Perú y Ecuador y el río Putumayo tiene una desembocadura en el río Amazonas. Cuando llega al río Amazonas, el nombre del río Putumayo se vuelve brasileño, y es río Iça. Desde la primera parte del río en Nudo de los Pastos, este río es totalmente colombiano en todos sus puntos, hasta que llega el río Putumayo a su desembocadura en el río San Miguel. A partir de aquí comparte sus aguas con Ecuador convirtiéndose en Colombo-Ecuatoriano (río Putumayo en Ecuador). En Colombia el río Putumayo se caracteriza por ser más elevado y, gracias a esto, hay más personas viviendo cerca de él. Aunque su mayor uso es el de la navegación, ya que una parte del río es muy frecuentada por turistas y locales, presenta problemas para utilizar botes y canoas en su parte baja, entre Puerto Asís y Puerto Ospina (23), (24) (Figura N° 01).

### **1.2.2. Características generales de la cuenca media del río Putumayo**

La cuenca media del río Putumayo representa un segmento de la Amazonía Peruana, comprende cerca de 160.500 km<sup>2</sup> en la zona colindante de Colombia y Perú, permanece ubicada entre las coordenadas 0° 20'49" de latitud, norte y 04°23'27" de latitud

sur y 69°48'39" y 75°37'02" de longitud oeste. Se concentra desde la población de Leticia (Colombia) y limita al norte con el río Caquetá. Igualmente, la parte media corresponde desde Campuya hasta Puerto Arica (25).



**Figura N° 01.** Cuenca del Putumayo.

### 1.2.3. Ictiofauna del río Putumayo

Los peces de los Ordenes Characiformes, Siluriformes y Gymnotiformes poseen alrededor de 249 especies, por lo cual alcanzan el mayor porcentaje de la ictiofauna del río Putumayo en su sector colombo-peruano, con el 83,8 % del total de las especies, la categoría de los órdenes no reside en el número de especies. Los Osteoglossiformes compuesto por tan solo dos especies, es de mayor importancia económica en la región. (*Arapaima gigas*, “paiche o pirarucú” y *Osteoglossum bicirrhosum*, “Arahuana”). Las familias que tienen el mayor número de especies corresponden a las familias: Characidae con 86, Cichlidae 27,

Pimelodidae 24, Anostomidae y Loricariidae con 16 cada una y Curimatidae 15, que en su conjunto tienden a reunir el 62 % de las especies, aún más cuando se incrementa aquí el número de especies que se lograron reportar para la cuenca del río Putumayo, a todo esto se debe añadir, que es preocupante la muy poca cantidad de especímenes reportados en la cuenca del río Putumayo, para alcanzar un mejor conocimiento ictiológico es indispensable y prioritario realizar muestreos seguidos en diversos períodos hidrológicos contrastantes a través de jornadas tri-nacionales (Brasil-Colombia-Perú), de esta forma se podrán incrementar los números de especímenes de peces, a lo largo de toda la cuenca, se da a conocer que existe un bajo número de especímenes, por lo cual es importante que se consideren perspectiva regional y se realicen adecuados planes de manejo de recursos pesqueros, con esto, sin duda se aumentará aún más el número de especies conocidas para la cuenca, y finalmente es recomendable tener y conocer información sobre la biología reproductiva de las especies de peces (26).

#### **1.2.4. Biología reproductiva**

El rol de la reproducción en los peces como en todos los organismos es la perpetuación de la especie. De suspenderse este proceso, la consecuencia inevitable sería el colapso de la población y la extinción de la especie. La reproducción, es un proceso que conlleva una serie de cambios somáticos y fisiológicos, lo que se manifiesta entre otros aspectos, por el desarrollo de las gónadas y tiene su momento culminante cuando se reproduce el desove por medio del cual, las gónadas liberan los productos sexuales, iniciándose luego la primera etapa en la vida de toda una generación de individuos con la formación de huevo. El conocimiento de los cambios que ocurren en las gónadas a través del tiempo, es de suma importancia porque permite comprender la biología reproductiva de una especie que es un

aspecto fundamental en el proceso de la evaluación de una población. La determinación del sexo, madurez sexual, tipo de desove, etc., son necesarios para determinar la proporción sexual, la talla a la primera madurez, la duración de ciclo de madurez, el número de desoves al año y el índice gonadosomático (27).

#### **1.2.4.1. Aspectos importantes de la biología reproductiva**

##### **1.2.4.1.1. Madurez sexual**

Capacidad que tiene un pez para reproducirse, los peces son sexualmente maduros cuando las gónadas salen de su latencia, empiezan a desarrollarse presentando cambios que culminan con la presencia de óvulos y espermatozoides, todo ello es evidente mediante los cambios morfológicos que a simple vista pueden ser detectados en las gónadas. En relación a la talla de la primera madurez sexual, se define como la longitud más corta de al menos un espécimen que muestra el máximo desarrollo gonadal (27), (28), (29).

##### **1.2.4.1.2. Proporción sexual**

Es un campo de estudio que trata de dar la predicción exacta de la proporción de sexos. La determinación sexual de este parámetro es útil porque sirve la base para interpretar la composición de los stocks explotados y las variaciones de su abundancia y otras características de grupo (27), (30).

#### **1.2.4.1.3. Gónada**

Órgano en el que se producen las células reproductoras. Las gónadas se encuentran en el vientre del pez. En peces sexualmente maduros, las gónadas, tanto femeninas como masculinas suelen llenar toda la zona disponible en la cavidad del cuerpo (31).

#### **1.2.4.1.4. Índice gonadosomático**

Cálculo del peso de las gónadas como porcentaje del peso total, que se utiliza para medir la madurez sexual relacionada con el desarrollo sexual del ovario o testículo. El índice gonadosomático puede determinarse en relación al peso corporal total o al peso eviscerado, en este caso se minimiza el error debido a que se elimina la influencia de las variaciones del peso del contenido estomacal en el peso corporal, en todo caso, conviene definir el peso que se va a utilizar para determinar el índice gonadosomático (27), (32), (33).

#### **1.2.4.1.5. Desove**

Acto de reproducción de los peces, en el que se vierten en el ambiente los huevos y espermatozoides. Es la forma en que las hembras expulsan los ovocitos maduros en un periodo reproductivo. Y está determinado por la interacción entre la dinámica de desarrollo,

la frecuencia del desove dentro de un periodo de reproducción y el número de periodos de desove durante la vida del pez (27), (34).

## 1.2.5. Especies en estudio

### 1.2.5.1. Descripción de *H. edentatus*

*H. edentatus* es considerado uno de los peces más abundantes en la región Ucayali (Figura N° 02). Los habitantes de esta región lo conocen con el nombre común de “maparate”, es correspondiente a la familia Pimelodidae, y al orden de los Siluriformes. Los peces de *H. edentatus* del sexo macho, obtienen una relevancia en el tamaño, alcanzando un aproximado de 57.5 cm de longitud total y un peso aproximado de 1.300 g de peso (35).



Figura N° 02. *H. edentatus*.

#### 1.2.5.1.1. Descripción taxonómica

Posee un tamaño mediano, sus tallas pueden llegar a alcanzar hasta de 50 cm de longitud estándar, su cabeza tiene forma aplanada y su cuerpo es comprimido, el dorso de color gris claro y vientre blanco, con puntos oscuros diminutos en los flancos de la cabeza y acentuados en la región opercular, posee



origen de las aletas pélvicas anterior al origen de la aleta dorsal; pectoral y dorsal no punzante; aleta anal muy larga y aleta adiposa presente. Ojos visibles desde abajo; mandíbulas sin dientes. Branquiespinas muy largas y numerosas; un par de barbillas maxilares y dos pares mentonianas (12), (35).

#### **1.2.5.1.2. Carácter distintivo**

Se distingue de *H. marginatus* por presentar un hocico más corto y la aleta caudal emarginada, con el lóbulo inferior redondeado (12), (13).

#### **1.2.5.1.3. Distribución geográfica**

Se distribuye en América del Sur (Brasil, Venezuela, Colombia y Perú). En la Amazonía Peruana fue registrada en la región Loreto en los ríos: Amazonas, Puinahua, Marañón, Curaray, Napo, Huallaga, Putumayo, Tapiche, Ucayali, Tigre, Nanay, Yavarí, Morona, Arabela, Tahuayo y Pastaza, en la región Ucayali en los ríos: Ucayali, Iparia, Sheshea, Tamaya, Tahuania, Juantia, Calleria, Pachitea, Utuquinia, Yurúa, Purús y en la laguna Imiría, en la región de Madre de Dios en los ríos: Manu y Tambopata (12).

#### **1.2.5.1.4. Biología y ecología**

Planctofaga/filtradora, se alimentan principalmente de zooplancton, micro

crustáceos, algas, larvas de insectos y otros organismos diminutos filtrados en la columna de agua, utilizando sus numerosos rastrillos branquiales. Habita en la superficie y la mitad de la columna del agua de los ríos y lagunas de desborde de cuerpos de agua blanca, aunque también fue registrada en aguas negras. Tiene desove durante el final de la vaciante e inicio de la creciente. Produce cerca de 80 000 ovocitos por desove. En la Amazonía Peruana sus larvas son capturadas e identificadas molecularmente mediante barcoding, están presentes durante el período de aguas bajas de los ríos Ucayali, Marañón, Napo y Curaray (12).

#### **1.2.5.1.5. Importancia económica**

Los datos de desembarque pesquero muestran que *H. edentatus* es un recurso de importancia económica en las regiones de Loreto y Ucayali, en tanto que en la región de Madre de Dios su importancia es mínima (12), (36), (37).

#### **1.2.5.1.6. Desembarque pesquero**

Esta especie es registrada en el desembarque pesquero de las regiones de Loreto, Ucayali y Madre de Dios. En Loreto los desembarques promedios anuales variaron de 410 toneladas en las dos primeras décadas a 405 toneladas en los 15 años posteriores, con un máximo pico de 730 toneladas en 1995. En Ucayali el

desembarque presenta un comportamiento diferente a la obtenida en Loreto, entre los años 1995 al 2006 se registró las mayores capturas alcanzando 460 toneladas en promedio. Antes y después de ese período sus capturas registraron en promedio 105 y 127 toneladas respectivamente. En Madre de Dios los desembarques fueron insignificantes en relación a las otras dos regiones (12).

#### 1.2.5.2. Descripción de *B. amazonicus*

Es un pez de la familia Characidae y al orden de los Characiformes (Figura N° 03). Los embriones y las larvas se desarrollan y son arrastrados a los bosques sumergidos de los ríos de cuerpos de aguas blancas. Los peces juveniles viven en grupos en áreas inundadas adyacentes, habitando áreas cubiertas con hojas flotantes y plantas acuáticas. Los animales adultos se pueden encontrar en bosques sumergidos. Después de la temporada de desove, los peces adultos migran río arriba a través de las vías fluviales del bosque hasta su hábitat original de aguas negras, donde continuarán hasta el próximo período de desove. Los materiales vegetales juegan un papel importante en su dieta. Esparce muchas semillas de plantas (12).



Figura N° 03. *B. amazonicus*.

#### **1.2.5.2.1. Descripción taxonómica**

Organismo resistente, obteniendo una talla máxima de aproximadamente 60 centímetros. Exhibe un reflejo plateado, con la región dorsal más oscura, y rojizo en la parte superior de la cabeza. Aleta anal con 26 a 28 radios ramificados y pectorales con una espina y 13 - 14 radios. Escamas de la línea lateral 65 a 89, posee de ocho a nueve series de escamas transversales entre la línea lateral y las aletas pélvicas (12).

#### **1.2.5.2.2. Carácter distintivo**

Se diferencia del género *melanopterus* por exhibir la parte ventral y la base de la aleta anal de color claro, solo con una delgada línea oscura en la base de la aleta anal, esta línea se prolonga hasta la parte distal del lóbulo caudal (12).

#### **1.2.5.2.3. Distribución geográfica**

Se encuentran en diversas partes de América del Sur (Perú, Colombia, Brasil, Bolivia). En la Amazonía Peruana fue registrada en la región Loreto, y distribuido en los ríos: Amazonas, Puinahua, Corrientes, Ucayali, Marañón, Yavarí, Napo, Tapiche, Tahuayo, Curaray y Arabela. En la región Ucayali, y distribuido en los ríos: Ucayali y Purús (12).

#### **1.2.5.2.4. Biología y ecología**

Son peces omnívoros, se alimentan básicamente de frutos y semillas en el período correspondiente a creciente, son peces capaces de alimentarse de artrópodos. Se encuentran ubicados en cuerpos de agua inundados y desembocadura de algunas quebradas y ríos. Su época reproductiva es de manera anual, mayormente pueden reproducirse en períodos de constantes lluvias, ya que son peces migratorios en los meses de noviembre a marzo (12).

#### **1.2.5.2.5. Importancia económica**

Se puede considerar de vital importancia económica en la región de Loreto, en las regiones de Ucayali y Madre de Dios los desembarques son bajos. En madre de Dios también posee importancia elevada, aunque la captura es mínima, se considera de mediana importancia en la zona (12).

#### **1.2.5.2.6. Desembarque pesquero**

En la región Loreto hasta 2003 esta especie era registrada en el desembarque junto a *Brycon melanopterus*, solo a partir del año 2004 se registran por separado; en las regiones de Ucayali y Madre de Dios hasta ahora las capturas incluyen a estas dos especies como una sola. En Loreto entre los años 2004 al 2008 se registraron capturas de

35 a 92 toneladas; en los años siguientes se observa un incremento también irregular con picos máximos que superan las 400 toneladas en los años 2009, 2012 y 2015. En las regiones de Ucayali y Madre de Dios los desembarques son relativamente bajos (12).

### 1.3. Definición de términos básicos

**Reproducción.** La reproducción es la continuación del proceso biológico de una especie, combinado con cambios genéticos, las características de una nueva especie aparecen por primera vez (38).

**Peces migratorios.** Son aquellos que migran dentro de un mismo cuerpo de agua o hacia otro tipo de cuerpo de agua. Según la especie, las razones de la migración pueden ser la cría, la alimentación o la hibernación. Los que no migran se llaman peces estacionarios (39).

**Branquiespinas.** Serie de proyecciones óseas como espinas fijadas a lo largo del borde anterior de los arcos branquiales (40).

**Longitud estándar.** La distancia entre la parte media del labio superior y la base de la aleta caudal (41).

**Omnívoro.** Son aquellos animales que se alimentan tanto de animales como de plantas (42).

**Ictiofauna.** Conjunto de especies de peces que existen en una determinada región biogeográfica (43).

## CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES

### 2.1. Formulación de la hipótesis

La biología reproductiva de *Hypophthalmus edentatus* “maparate” y *Brycon amazonicus* “sábalo cola roja” presentan condiciones particulares en la cuenca media del río Putumayo, Loreto – Perú, evidenciando una sola época de reproducción y una proporción sexual que favorece a las hembras.

### 2.2. Variable y su operacionalización

#### 2.2.1. Variable

Biología reproductiva de *H. edentatus* y de *B. amazonicus*.

Variable	Definición	Tipo por su naturaleza	Indicador	Escala de medición	Categorías	Valores de las categorías	Medios de verificación
Biología reproductiva de <i>H. edentatus</i> y de <i>B. amazonicus</i> .	Mayor importancia de la vida de los peces	Cuantitativa	Talla de la primera madurez sexual	Ordinal	Longitud estándar (cm) y estadios de madurez sexual	Estadio I Estadio II Estadio III Estadio IV Estadio V Estadio VI	Fichas de registros de datos y tablas de escalas de madurez sexual.
			Proporción sexual	Razón	Hembras/ machos	1:1 2:1 3:1 4:1	
			Índice gonadosomático	Intervalo	IGS= (PG/ PE) * 100	0-100%	

## CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

### 3.1. Tipo y diseño

La investigación fue de tipo cuantitativa, con carácter descriptivo (44), debido a que se recopiló información cuantificable, para ser utilizada en el análisis estadístico. El estudio se realizó en tres zonas de intervención (Mercado Municipal, puerto de desembarque pesquero y pescas exploratorias), los datos obtenidos se establecieron por meses (Anexo N° 01).

### 3.2. Diseño muestral

La población de estudio estuvo constituida por todos los especímenes de *H. edentatus* y *B. amazonicus*, que se reportan en la cuenca media del río Putumayo.

La muestra estuvo constituida por 192 ejemplares de *H. edentatus* y 152 ejemplares de *B. amazonicus* presentes en tres zonas de intervención de la cuenca media del río Putumayo. La selección fue por muestreo dirigido y por captura, tomando en cuenta los criterios de inclusión y exclusión.

- Criterios de inclusión: Estuvo constituido por los especímenes de *H. edentatus* y *B. amazonicus* en buenas condiciones morfológicas y en estado de conservación fresco.
- Criterios de exclusión: Estuvo constituido por los especímenes de *H. edentatus* y *B. amazonicus* en pésimas condiciones morfológicas y mutilados.

#### 3.2.1. Área de estudio

La cuenca media del río Putumayo se ubica en la Provincia del Putumayo, instaurada en el 2014 mediante Ley N° 30186, por el gobierno del ex presidente Ollanta Humala Taso. Es la quinta



provincia más grande del Perú, su capital es la ciudad de San Antonio de El Estrecho (45), (46).

#### Principales actividades económicas

Se sustentan de la agricultura, la pesquería y las actividades pecuarias (30). La agricultura aporta el 15% del Valor agregado bruto de la región Loreto, sus principales productos son el arroz, plátano cacao, maíz amarillo, palma aceitera, yuca y caña de azúcar. La actividad más predominante es la crianza de animales mayores y menores (47).

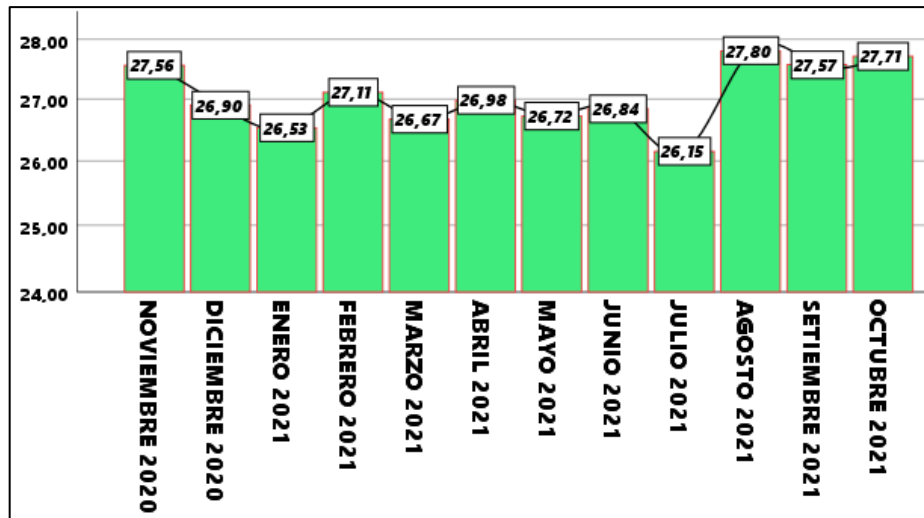
La pesca es una actividad de mayor frecuencia en los pobladores de la ciudad de San Antonio del Estrecho, los peces son colectados de los ambientes naturales para la venta y consumo. La cuenca del río Putumayo posee alrededor de 700 especies, que se reproducen y aprovechan las áreas inundables (47).

#### Tipos de bosque

La cuenca media del río Putumayo presenta bosques primarios y secundarios, que vienen siendo deforestados para la ejecución de las actividades ganaderas y agrícolas (30).

#### Temperatura

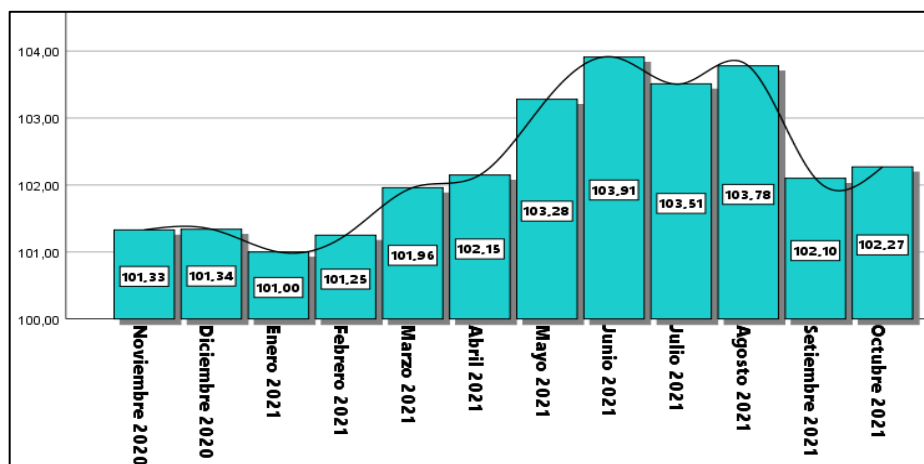
El SENAMHI cuenta con una estación meteorológica en la ciudad de San Antonio del El Estrecho, en donde se registraron temperatura promedio que oscilan entre 21.17°C a 32.98°C, durante los meses de noviembre del 2020 a octubre del 2021, periodo donde se desarrolló la investigación (Gráfico N° 01).



**Gráfico N° 01.** Temperatura ambiente promedio, noviembre del 2020 a octubre del 2021, según Estación Meteorológica “San Antonio de El Estrecho”. SENAMHI.

#### Nivel del río

Según los datos obtenidos por el SENAMHI, el nivel del río Putumayo registró promedio que oscilan entre 101 m.s.n.m a 103,01 m.s.n.m, durante los meses de noviembre del 2020 a octubre del 2021. **Aguas altas:** mayo a agosto. **Aguas bajas:** noviembre a febrero. **Aguas en ascenso:** marzo a abril. **Aguas en descenso:** setiembre a octubre. (Gráfico N° 02).



**Gráfico N° 02.** Niveles del río Putumayo, noviembre del 2020 a octubre del 2021, según SENAMHI.

El presente estudio se realizó en 3 zonas de intervención: Puerto de desembarque pesquero, Mercado Municipal y mediante pescas exploratorias.

#### Puerto de desembarque pesquero

Se ubica en la localidad San Antonio de El Estrecho (Figura N° 04), localizada geográficamente a  $07^{\circ} 26' 29''$  de Latitud sur,  $97^{\circ} 40' 11''$  de longitud Oeste de Greenwich.



**Figura N° 04.** Ubicación geográfica del puerto de desembarque pesquero (punto verde).

#### Mercado Municipal

Ubicada en la ciudad de San Antonio de El Estrecho, localizada geográficamente  $07^{\circ} 59' 22''$  de Latitud sur,  $97^{\circ} 29' 28''$  de longitud Oeste de Greenwich.

## Pescas exploratorias

Se realizaron en zonas de pesca identificadas en la cuenca media del río Putumayo (Tabla N° 01).

Zonas de Pesca	Coordenadas	
	Longitud	Latitud
Pleito Cocha	18 M 074 75 72	UTM 97 31 083
Coto Lago	18 M 077 39 87	UTM 97 26 015
Piedra Cocha	18 M 072 23 88	UTM 97 37 292
Piraña Cocha	18 M 072 91 95	UTM 97 29 888
Andrea Cocha	18 M 078 59 96	UTM 97 25 799
Tigre Cocha	18 M 076 35 08	UTM 97 32 282

**Tabla N° 01.** Coordenadas de las zonas de pesca de la cuenca media del río Putumayo.

Las zonas de pesca presentan diferentes tipos de orillas, en la mayoría son cuerpo de agua que se encuentra inundado periódicamente por las aguas blancas, presenta cambios en la vegetación, compuesta por "huama" *Pistia stratiotes* (Araceae), "putu putu" *Eichhornia crassipes* (Pontederiaceae), "helecho de agua" *Salvinia molesta* (Salvinaceae) *Azolla caroliniana* (Azollaceae). En época de creciente se puede notar la presencia de plantas de "camu camu" *Myrciaria dubia* (48).

### 3.3. Procedimientos de recolección de datos

Los peces fueron colectados del puerto de desembarque pesquero y del Mercado Municipal de la ciudad de San Antonio del El Estrecho, de lunes a viernes en horario mañana (5 am a 12 m) y tarde (4 pm a 6 pm), se realizó la compra de los especímenes de estudio, se registraron los datos de fecha de obtención de la muestra, hora de arribo, nombre del

pescador, número de pescadores, zona de pesca, artes y aparejos de pesca, tipo de embarcación, y otros datos adicionales, utilizando el formato PC-Pesca para el consumo local de desembarque pesquero, diseñado por el PEBDICP, UNAP y IIAP (Anexo N° 02). Las muestras fueron trasladadas al área de trabajo en bolsas y recipientes de plástico, posteriormente fueron refrigeradas por un determinado tiempo, para evitar su descomposición.

Para realizar las pescas exploratorias, se identificó 6 zonas de pescas (Tabla N° 01), se utilizó un bote “chalupa” de 4 m de largo por 1 m de ancho, con un motor fuera de borda de “25” para el traslado a nuestras zonas de pesca (Anexo N° 03), se utilizaron 2 tipos de mallas de pesca: malla verde (3 x 3 y malla plástica 3 x 2.5), se colocó las mallas en zonas cercanas a la orilla de la cocha o lago en horas de la tarde (06: 00 pm) (Anexo N° 04). La revisión de las mallas se realizó en horas de la madrugada (02: 00 am) (Anexo N° 05), las muestras fueron trasladadas al centro de trabajo y fueron refrigeradas para posteriormente realizar la evaluación de ambas especies en estudio. Todos los datos obtenidos fueron registrados en el formato EB-1: Evaluación biológica (Anexo N°06).

### **3.3.1. Estimación de la talla de primera madurez sexual**

Se consideraron a todos los individuos encontrados en el presente estudio, utilizando una cinta métrica y un ictiómetro, se procedió a realizar las medidas de las longitudes: estándar, a la horquilla y total, posteriormente se realizó las medidas de longitudes corporales: estándar y a la horquilla (Anexo N° 07).

### **3.3.2. Determinación de la proporción sexual**

Se identificó el sexo de los especímenes y su estadio de madurez sexual, mediante la apertura del cuerpo, e identificación de las gónadas (Anexo N° 08), utilizando las tablas de madurez sexual

para cada uno de los peces (Tabla N° 02, 03 y 04), se aplicó la prueba de Chi-cuadrado con el fin de determinar si existe una diferencia significativa entre la proporción de sexos observada y la esperada (1:1), se aplicó la siguiente ecuación (27):

$$X^2 = \frac{2 \cdot (O - E)^2}{E}$$

Donde:  $X^2$  = Chi cuadrado

O = Valor observado

E = Valor esperado

**Tabla N° 02.** Escala de madurez sexual para evaluar hembras y machos de *H. edentatus*.

Fase	Estadio	Descripción
I	En reposo	Gónadas ubicadas en el dorso lateral, ocupando sólo 1/3 de la cavidad abdominal. Los ovocitos no son visibles a simple vista.
II	En maduración	Los ovocitos, aunque pequeños, son visibles a simple vista. Son de color amarillo crema y consistentes.
III	Maduro	Los ovocitos de color amarillo claro son evidentes, siendo fácilmente extruidos bajo una ligera presión abdominal.
IV	Desovado	Las gónadas ocupan 2/3 de la longitud de la cavidad abdominal, proyectándose latero ventralmente sobre ella. Son de color rojo-grisáceo y también pueden verse ovocitos residuales.

**Fuente: Martinho Carvalho, 1980.**

**Tabla N° 03.** Escala de madurez sexual para evaluar hembras de *B. amazonicus*.

<b>Fase</b>	<b>Estadío</b>	<b>Descripción</b>
<b>I</b>	Inmaduro	Ovarios transparentes, grises, órganos sexuales muy pequeños, situados cerca de la columna vertebral, huevos visibles a simple vista.
<b>II</b>	Maduración temprana	Ovarios translucidos rojo, longitud de las gónadas $\frac{1}{2}$ o un poco más de la longitud de la cavidad abdominal. Huevos individuales visibles con lente de aumento.
<b>III</b>	Maduración intermedia	Ovarios rojizos y naranja con capilares sanguíneos. Ocupan cerca de la mitad de la cavidad abdominal. Los huevos visibles a simple vista como materia granulosa blancuzca.
<b>IV</b>	Madura	Ovarios rojos, grises, huevos claramente visibles opacos, ocupando cerca de $\frac{2}{3}$ de la cavidad abdominal.
<b>V</b>	Desovado	Los ovarios rojizos ocupan toda la cavidad

		abdominal, huevos redondos, flácidos con abundante irrigación sanguínea.
<b>VI</b>	Reposo	Los ovarios son alargados con volumen reducido, coloración naranja.

Fuente: Núñez y Duponchelle, 2009.

**Tabla N° 04.** Escala de madurez sexual para evaluar machos de *B. amazonicus*.

<b>Fase</b>	<b>Estadío</b>	<b>Descripción</b>
<b>I</b>	Inmaduro	Testículos transparentes, grises, alargados y delgados.
<b>II</b>	Maduración temprana	Testículos grises, longitud de las gónadas $\frac{1}{2}$ de la cavidad abdominal.
<b>III</b>	Maduración Intermedia	Testículos opacos, ocupan cerca de la mitad de la cavidad abdominal.
<b>IV</b>	Maduro	Testículos blancos sin licor seminal al presionarlos, ocupan de $\frac{2}{3}$ de la cavidad abdominal.
<b>V</b>	Desovado	Testículos rojos, alargados.
<b>VI</b>	Reposo	Testículos rojos y vacíos.

Fuente: Núñez y Duponchelle, 2009.



### **3.3.3. Cálculo del índice gonadosomático**

Con la ayuda de una balanza, se realizó el pesaje del peso total, peso eviscerado con cabeza y sin cabeza (Anexo N° 09), peso de las gónadas de los especímenes (Anexo N° 10), se realizó este procedimiento para determinar el porcentaje del peso con respecto al peso corporal. Se determinó con relación al peso total, y se empleó la siguiente ecuación (27):

$$\text{IGS} = (\text{PG} / \text{PE}) * 100$$

**En donde:**

PG= es el peso de la gónada del pez en estudio.

PE= es el peso eviscerado del pez en estudio.

### **3.4. Procesamiento y análisis de datos**

La información registrada durante la ejecución de la investigación se ordenó en una base de datos, en el Programa Microsoft Office Excel 2010, para después proceder a realizar los análisis estadísticos correspondientes, utilizando el programa estadístico R versión 4.1.

### **3.5. Aspecto ético**

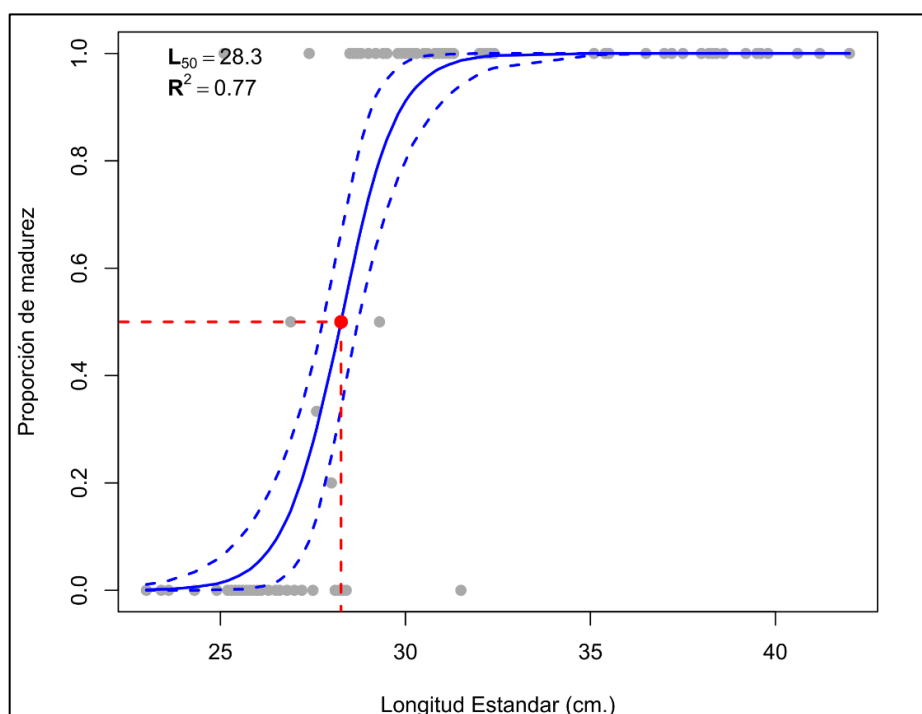
El aspecto ético para la presente investigación no fue de gran relevancia, debido a que los especímenes de *H. edentatus* y de *B. amazonicus* fueron adquiridos en el Mercado Municipal, puerto de desembarque de la localidad de El Estrecho, y a través de pescas exploratorias.

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

### 4.1. Estudio de la biología reproductiva de *H. edentatus*

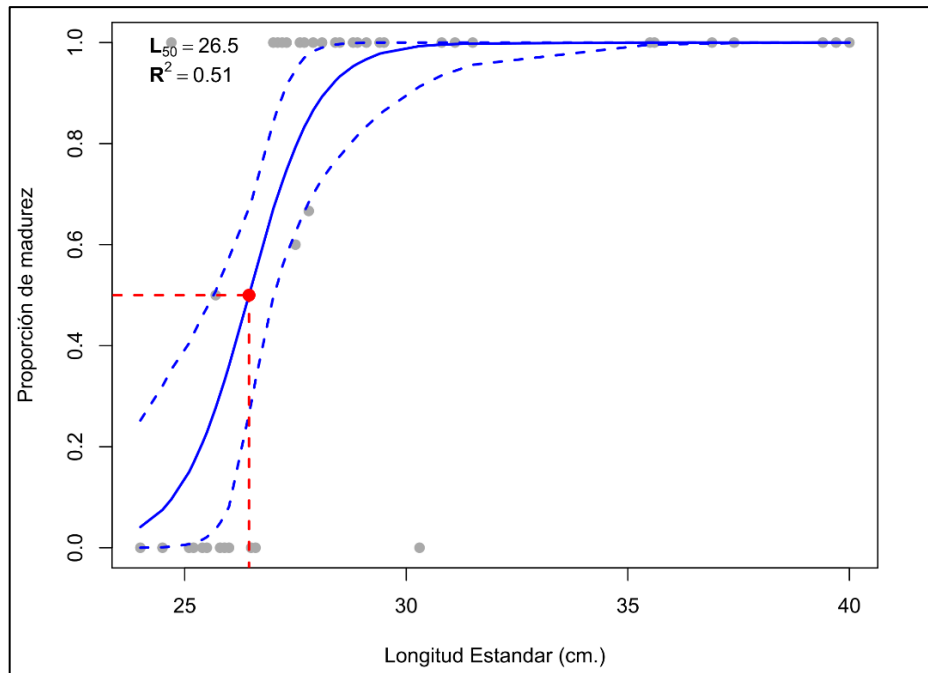
#### 4.1.1. Talla de la primera madurez sexual de *H. edentatus*

La proporción del tamaño de la primera madurez sexual del *H. edentatus* hembras, posee un intervalo de confianza = 27.8 cm – 28.7 cm de longitud estándar, las hembras de *H. edentatus* en la cuenca media del río Putumayo, maduran a los 28.3 cm de longitud estándar (Gráfico N° 03).



**Gráfico N° 03.** Proporción del tamaño de la primera madurez sexual de *H. edentatus* hembras en la cuenca media del río Putumayo.

La proporción del tamaño de la primera madurez sexual de *H. edentatus* machos, posee un intervalo de confianza = 25.7 cm – 27 cm de longitud estándar, los machos de *H. edentatus* en la cuenca media del río Putumayo, maduran a los 26.5 cm de longitud estándar (Gráfico N° 04).

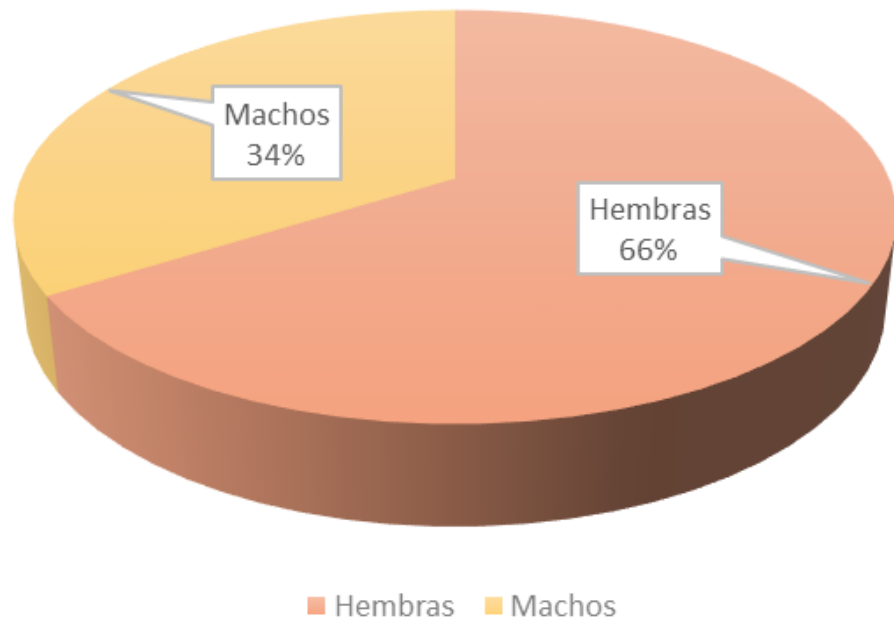


**Gráfico N° 04.** Proporción del tamaño de la primera madurez sexual *H. edentatus* machos en la cuenca media del río Putumayo.

#### 4.1.2. Proporción sexual de *H. edentatus*

Se obtuvieron 127 (66%) especímenes de *H. edentatus* hembras, y 65 (34%) machos. La proporción sexual a nivel global para *H. edentatus*, es de 2:1 a favor de las hembras (Gráfico N° 05).

La proporción sexual de individuos de *H. edentatus* en la cuenca media del río Putumayo, utilizando el Chi-cuadrado, se realizó por meses. En abril y julio las hembras obtuvieron una proporción de 1:1 en relación con los machos. En diciembre predominaron los machos con una proporción de 1:0.8, y en los demás meses predominaron las hembras (Tabla N° 05).

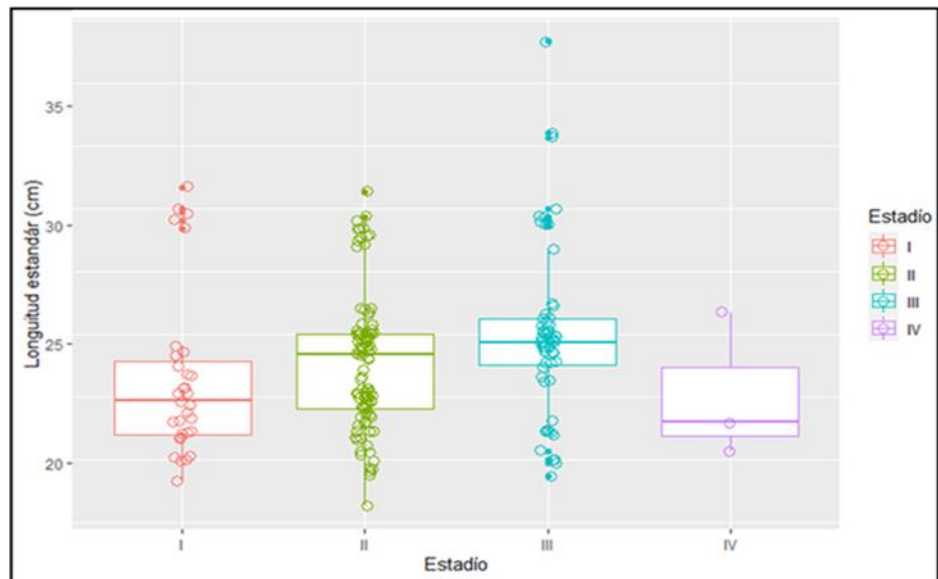


**Gráfico N° 05.** Porcentaje de la proporción sexual de *H. edentatus* en la cuenca media del río Putumayo.

**Tabla N° 05.** Proporción sexual de individuos de *H. edentatus* por meses en la cuenca media del río Putumayo, utilizando el Chi-cuadrado.

Meses	Hembras	Machos	Proporción sexual
Noviembre	79.2%	20.8%	3.8:1
Diciembre	45.5%	54.5%	0.8:1
Enero	60%	40%	1.5:1
Febrero	80%	20%	4:1
Marzo	55.6%	44.4%	1.25:1
Abril	50%	50%	1:1
Mayo	72.2%	27.8%	2.6:1
Junio	67.7%	33.3%	2:1
Julio	50%	50%	1:1
Agosto	67.7%	33.3%	2.6:1
Setiembre	70%	30%	2.3:1
Octubre	67.7%	33.3%	2.6:1

El análisis de Kruskal-Wallis mostró diferencias significativas ( $p$ -value = 0.00575) entre la longitud estándar y los estadios de madurez sexual de *H. edentatus* (Gráfico N° 06).

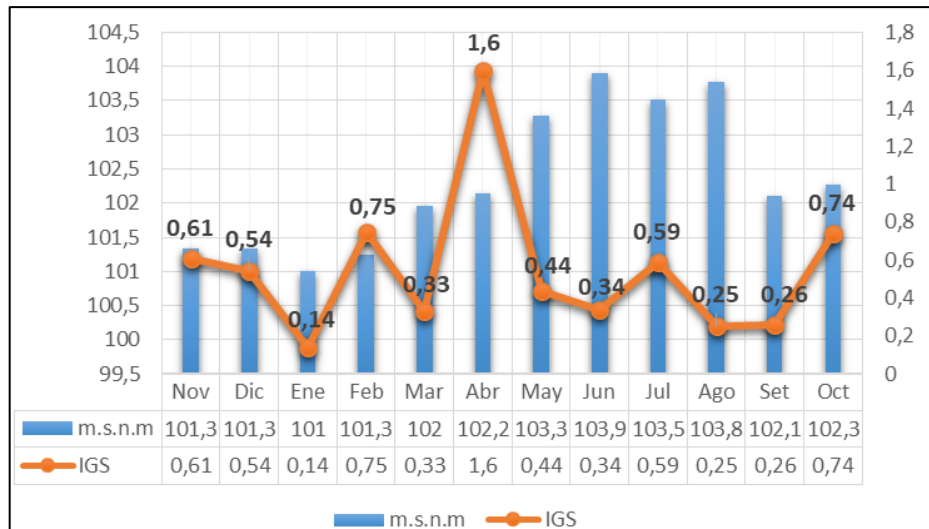


**Gráfico N° 06.** Análisis de Kruskal-Wallis entre la longitud estándar y los estadios de madurez sexual de *H. edentatus*.

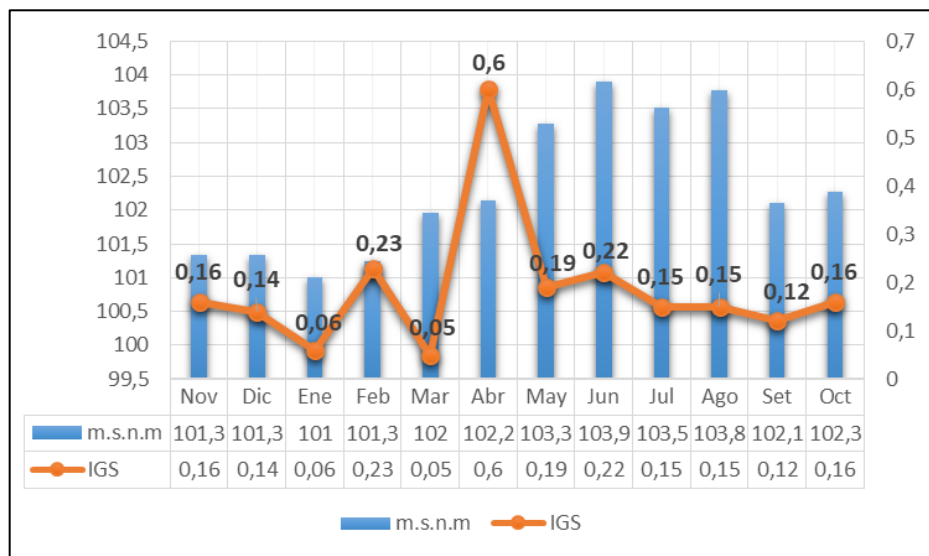
#### 4.1.3. IGS de *H. edentatus*

Los datos mensuales reproductivos de *H. edentatus* presentaron diferencias significativas. El índice gonadosomático en hembras presentó su valor máximo en abril, con un 1.6% (102,2 m.s.n.m), y su valor mínimo en enero, con 0.14% (101 m.s.n.m) (Gráfico N° 07).

El índice gonadosomático en machos presentó su valor máximo en abril, con un 0.6% (102,2 m.s.n.m), y su valor mínimo en marzo, con 0.05% (102 m.s.n.m) (Gráfico N° 08).



**Gráfico N° 07.** Índice gonadosomático (IGS) de *H. edentatus* hembras y el nivel del río (m.s.n.m) en la cuenca media del río Putumayo.



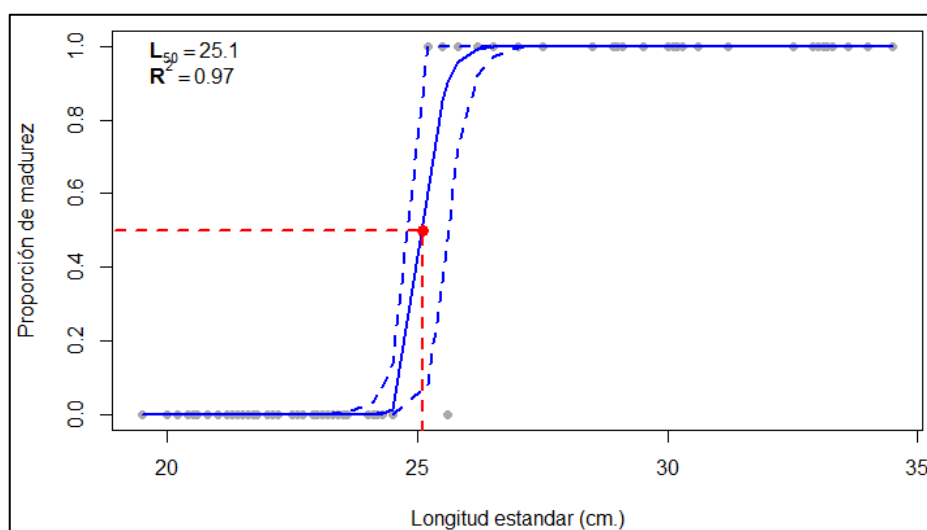
**Gráfico N° 08.** Índice gonadosomático (IGS) de *H. edentatus* machos y el nivel del río (m.s.n.m) en la cuenca media del río Putumayo.

## 4.2. Estudio de la biología reproductiva de *B. amazonicus*

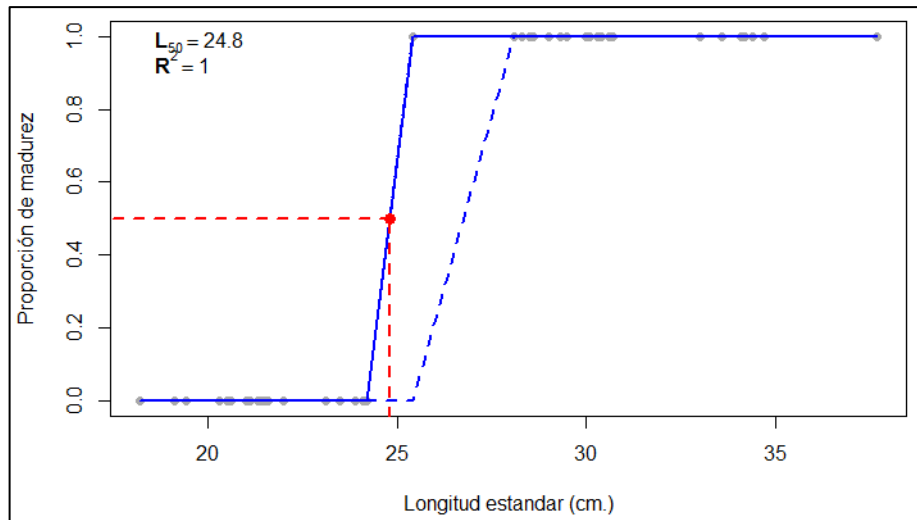
### 4.2.1. Talla de la primera madurez sexual de *B. amazonicus*

La proporción del tamaño de la primera madurez sexual de *B. amazonicus* hembras, posee un intervalo de confianza = 24.7 cm – 25.6 cm de longitud estándar, las hembras de *B. amazonicus* en la cuenca media del río Putumayo, maduran a los 25.1 cm de longitud estándar (Gráfico N° 09).

La proporción del tamaño de la primera madurez sexual de *B. amazonicus* machos, posee un intervalo de confianza = 24.6 cm – 26.3 cm de longitud estándar, los machos de *B. amazonicus* en la cuenca media del río Putumayo, maduran a los 24.8 cm de longitud estándar (Gráfico N° 10).



**Gráfico N° 09.** Proporción del tamaño de la primera madurez sexual de *B. amazonicus* hembras en la cuenca media del río Putumayo.



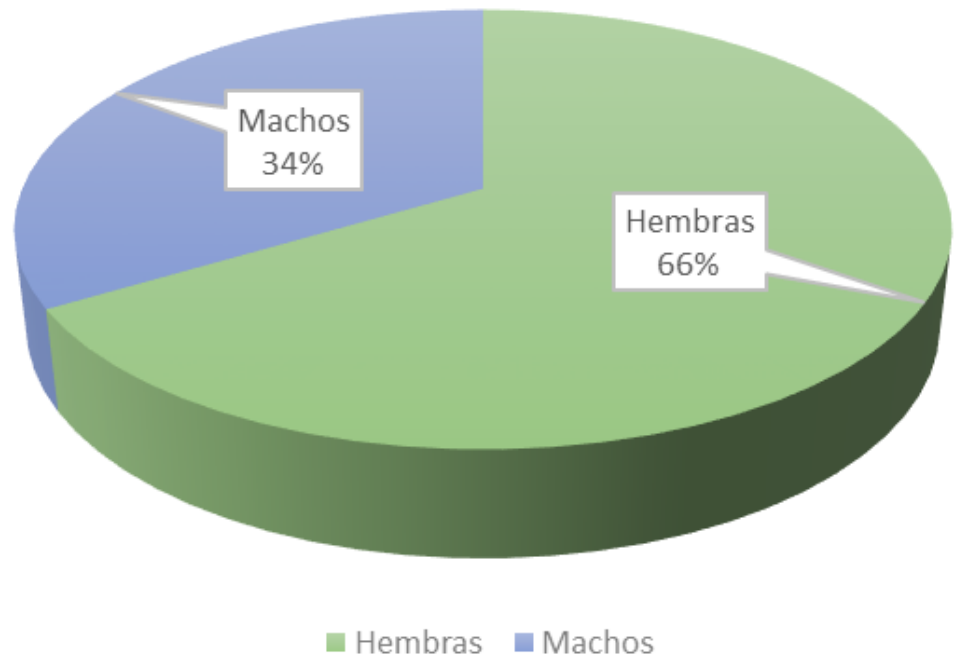
**Gráfico N°10.** Proporción del tamaño de la primera madurez sexual de *B. amazonicus* machos en la cuenca media del río Putumayo.

#### 4.2.2. Proporción sexual de *B. amazonicus*

Se obtuvieron 101 (66%) especímenes de *B. amazonicus* hembras, y 51 (34%) machos. La proporción sexual a nivel global para *B. amazonicus*, es de 2:1 a favor de las hembras (Gráfico N° 11).

La proporción sexual de individuos de *B. amazonicus* en la cuenca media del río Putumayo, utilizando el Chi-cuadrado, se realizó por meses. En mayo predominaron los machos con una proporción de 1:0.86, y en los demás meses predominaron las hembras (Tabla N°06).



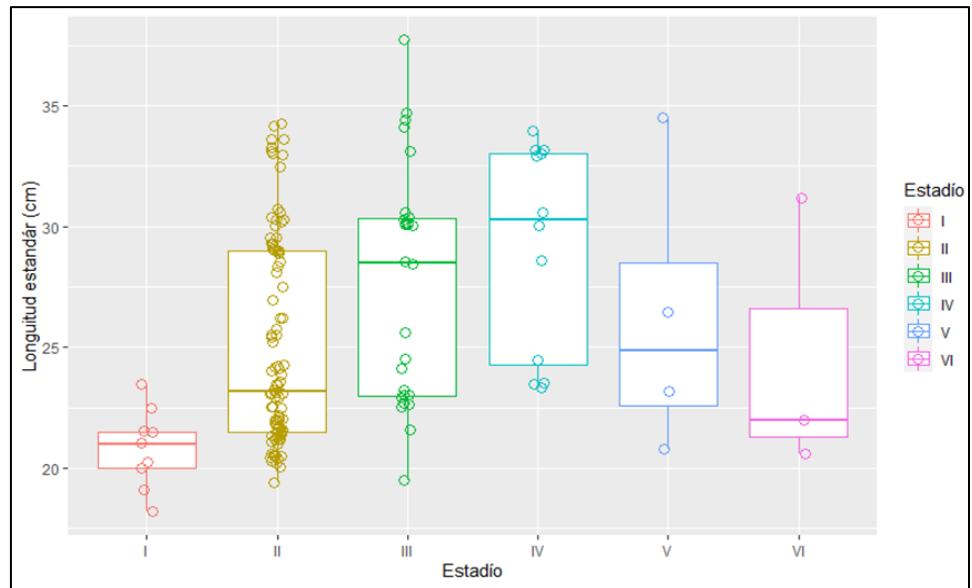


**Gráfico N° 11.** Porcentaje de la proporción sexual de *B. amazonicus* en la cuenca media del río Putumayo.

**Tabla N° 06.** Proporción sexual de individuos de *B. amazonicus* en la cuenca media del río Putumayo, utilizando el Chi-cuadrado.

Meses	H	M	Proporción sexual
Noviembre	75%	25%	3:1
Diciembre	75%	25%	3:1
Enero	80%	20%	4:1
Mayo	46.2%	53.8%	0.86:1
Junio	66.7%	33.3%	2:1
Julio	66.7%	33.3%	2:1
Octubre	75%	25%	3:1

El análisis de Kruskal-Wallis mostró diferencias significativas ( $p$ -value = 0.005) entre la longitud estándar y los estadios de madurez sexual de *B. amazonicus* (Gráfico N° 12).

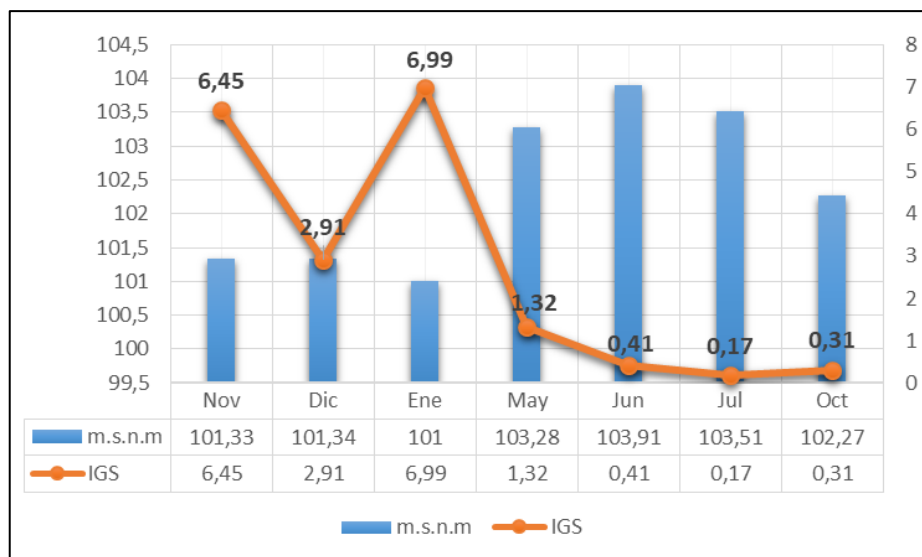


**Gráfico N° 12.** Análisis de Kruskal-Wallis entre la longitud estándar y los estadios de madurez sexual de *B. amazonicus*.

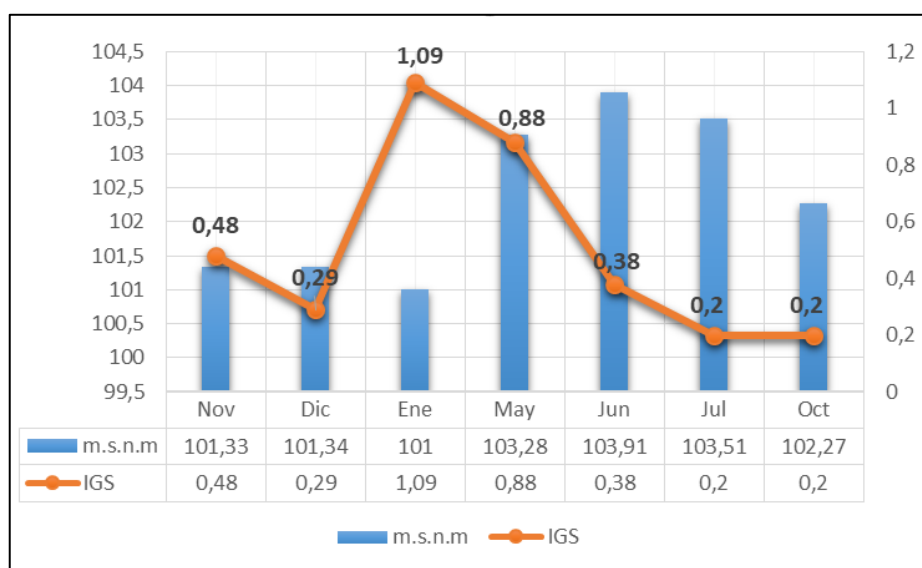
#### 4.3.3. IGS de *B. amazonicus*

Los datos mensuales reproductivos de *B. amazonicus* presentaron diferencias significativas. El índice gonadosomático en hembras presentó su valor máximo en enero, con un 6,99% (101 m.s.n.m), y su valor mínimo en el julio, con 0.17% (103,51 m.s.n.m) (Gráfico N° 13).

El índice gonadosomático en machos presentó su valor máximo en enero, con un 1.09% (101), y sus valores mínimos en julio (103,51 m.s.n.m) y octubre (102, 27 m.s.n.m), con 0.2% (Gráfico N° 14).



**Gráfico N° 13.** Índice gonadosomático (IGS) de *B. amazonicus* hembras y el nivel del río (m.s.n.m) en la cuenca media del río Putumayo.



**Gráfico N° 14.** Índice gonadosomático (IGS) de *B. amazonicus* machos y el nivel del río (m.s.n.m) en la cuenca media del río Putumayo.

## CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

### 5.1. *H. edentatus*

#### 5.1.1. Talla de la primera madurez sexual

En nuestro presente estudio se utilizó la escala de madurez sexual propuesta por Carvalho; M, en el cual se utilizaron 4 estadios: reposo, maduración, maduros y desovados (15). Los resultados reportados en una investigación sobre los aspectos del desarrollo gonadal y tipo de desove de las hembras de *H. edentatus* en el Reservorio de Itaipu (Brasil), desarrollada entre los años 1983 y 1985, señalan que para identificar los estadios gonadales, y encontrar la talla de primera madurez sexual, se utilizó una escala basada en 6 estadios: inmaduro, reposo, maduración, maduro, semi – desovado y desovado (16).

En el presente estudio, la talla de madurez sexual para *H. edentatus*, es de 28.30 cm de longitud estándar para las hembras, y 26.50 cm para los machos. Los resultados reportados en una investigación sobre la biología reproductiva de *H. marginatus* “maparate” en la cuenca Tocantins (Brasil), del 2001 al 2005, señalan que la talla de primera madurez sexual fue alcanzada en el intervalo clase 39-42 cm, la talla de madurez sexual inicial fue de 41 cm de longitud total (17), resultado que se relaciona a la cantidad de especímenes encontrados, esfuerzo de captura, sobrepesca existente en los últimos años, ecología y la dinámica poblacional de *H. edentatus* e *H. marginatus*.

Los resultados reportados en una investigación sobre monitoreo de la pesquería comercial en Pucallpa y Yarinacocha, desarrollada en el año 2008, señalan que la talla media de madurez para el maparate es de 23.8 cm (18), a pesar de que los autores trabajaron con *H. marginatus*, al igual que en la investigación sobre la biología

reproductiva de *H. marginatus* “maparate” en la cuenca Tocantins (Brasil), del 2001 al 2005 (17), en ambas investigaciones se trabajaron con la misma especie (*Hypophthalmus marginatus*), las presentes investigaciones difieren en resultado, debido a la sobrepesca en los últimos años, migración de los bagres, influencia de factores ambientales, ecológicos que puedan hacer que el maparate con el paso de los años, esté madurando en menor tiempo, sin embargo también se añade que otros de los factores que influyen en los resultados, es el régimen hidrológico de cada zona, dado que una investigación fue realizada en Brasil, por lo cual es distinta al lugar de nuestra investigación realizada en la cuenca media del río Putumayo, y también a la investigación realizada en Ucayali.

#### **5.1.2. Proporción sexual**

Nuestros resultados han reportado que en la cuenca medio del río Putumayo, *H. edentatus* presenta una proporción sexual de 2:1, a favor de las hembras. En la investigación sobre la biología reproductiva de *H. marginatus* en la cuenca Tocantins (Brasil), del 2001 al 2005, los resultados son similares, señalando que la proporción sexual tuvo como resultado a 1,51:1 (H: M), siendo favorable a las hembras, en cuanto a la época reproductiva, nuestro estudio fue realizado durante un año, y en la investigación realizada en Brasil, señalan que se obtuvieron frecuencia mayor de hembras maduras en los años 2001, 2002, 2003, 2004 y 2005, por lo tanto indican que la época reproductiva en hembras maduras se realizan todo el año con picos en el 1° y 4° trimestre, indicando que el período de desove ocurre en su totalidad, correspondiente a los meses de octubre a marzo, en nuestro estudio se reportó que la época reproductiva del maparate es en el mes de abril (17).

### 5.1.3. Índice gonadosomático

En un estudio de investigación sobre biología reproductiva de *H. edentatus* “maparate”, realizado en la cuenca del Amazonas (Manaos. Brasil), en el año 1980, señalan que el índice gonadosomático alcanzó su valor máximo en el mes de febrero con 3.40% y su valor mínimo en julio con 0,18% (15). En nuestro estudio realizado en la cuenca media del río Putumayo, el índice gonadosomático en hembras, obtuvo su valor máximo se obtuvo en el mes de abril, con un 1.6% (111 m.s.n.m), y su valor mínimo en el mes de enero, con 0.14% (98 m.s.n.m). En relación al índice gonadosomático en machos, el valor máximo se obtuvo en el mes de abril, con un 0.6% (111 m.s.n.m), y su valor mínimo en el mes de marzo, con 0.05% (108 m.s.n.m). En otra investigación realizada en el año 2008, sobre monitoreo de la pesquería comercial en Pucallpa y Yarinacocha, señalan que mediante los valores mensuales del índice gonadosomático, se observó que la etapa reproductiva se presenta desde setiembre a febrero (18), y en nuestro estudio la etapa reproductiva *Hypophthalmus edentatus* “maparate”, es en el mes de abril.

## 5.2. *B. amazonicus*

### 5.2.1. Talla de la primera madurez sexual

En el presente estudio realizado en la cuenca media del río Putumayo, la talla de madurez sexual para *B. amazonicus*, es de 25.10 cm de longitud estándar para las hembras, y 24.80 cm de longitud estándar para los machos. En una investigación realizada en los años 2016 y 2017, en la cuenca media del río Amazonas (Leticia, Colombia) sobre biología reproductiva de *B. amazonicus*, la talla de primera madurez sexual para hembras de *B. amazonicus* fue de 35,7 cm de longitud estándar (20), el tamaño de muestra en

ambas investigaciones es diferente, y los resultados señalan que los aspectos reproductivos de *B. amazonicus* en la cuenca del río Putumayo, difieren con la cuenca del río Amazonas. En relación a la determinación de madurez sexual, en ambas investigaciones se trabajó con la misma escala (6 estadíos).

En una investigación realizada en el año 2017, sobre la biología reproductiva de *B. henni* y estrategias de conservación para los ríos Nare y Guatupé, Cuenca del río Magdalena (Colombia), la talla de madurez sexual en hembras fue de 17,15 cm de longitud estándar, y en machos la talla de madurez sexual fue de 13,26 cm de longitud estándar (21). En el presente estudio realizado en la cuenca media del río Putumayo, las hembras *B. amazonicus* en la cuenca media del río Putumayo maduran a los 25.10 cm de longitud estándar. Los machos de *B. amazonicus* maduran a los 24.80 cm de longitud estándar.

En otra investigación realizada en el año 2018, sobre caracterización y desempeño del arte de pesca artesanal en la región Ucayali, señalan que *B. cephalus*, obtiene un promedio total en talla de 28,1 centímetros en zaranda de 3 pulgadas. Para el caso de los ejemplares no retenidas en zaranda, pero si en paño, la talla de promedio total de *B. cephalus*, fue de 21,4 centímetros (22).

### **5.2.2. Proporción sexual**

Nuestro estudio ha reportado que la proporción sexual es 2:1, a favor de las hembras. En un estudio de investigación realizado en el año 2012, sobre estudio gonadal de la sabaleta (*Brycon* sp), de la cuenca de Patia (Colombia), señalan que la cuenca estuvo constituido por 42,3% de hembras y 57.7% de machos, por lo tanto, la investigación llega a la conclusión que los machos tuvieron predominancia sobre las hembras (19). Los resultados reportados

en la investigación realizada en el año 2017, sobre la biología reproductiva de *B. henni* y estrategias de conservación para los ríos Nare y Guatupé, Cuenca del río Magdalena (Colombia), señalan que los machos predominaron en las capturas, y la proporción fue 1,00: 0,82 (21).

### **5.2.3. Índice gonadosomático**

Los datos mensuales reproductivos de *B. amazonicus* que se encontraron en la cuenca media del río Putumayo presentaron diferencias significativas. El índice gonadosomático en hembras presentó su valor máximo en el mes de enero, con un 6.99% (98 m.s.n.m), y su valor mínimo en el mes de julio, con 0.17% (116 m.s.n.m). En relación a los machos, su valor máximo en el mes de enero, con un 1.09%, y su valor mínimo fue obtenido en el mes de julio y octubre, con 0.2% respectivamente. En la investigación realizada en los años 2016 y 2017, en la cuenca media del río Amazonas (Leticia, Colombia) sobre biología reproductiva de *B. amazonicus*, el índice gonadosomático obtuvo su valor máximo en el mes de noviembre con 1.5%, y su valor mínimo fue obtenido entre el mes de agosto y setiembre, con un valor de 0.5% (20).



## CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES

1. Los machos de *H. edentatus*, maduran en menor tiempo que las hembras, en la cuenca media del río Putumayo. Tanto para machos y hembras, la época de reproducción se determinó en el mes de abril. Los machos de *B. amazonicus*, maduran en menor tiempo que las hembras, en la cuenca media del río Putumayo. Tanto para machos y hembras, la época de reproducción se determinó en el mes de enero.
2. La proporción sexual de *H. edentatus* y *B. amazonicus*, tuvieron valor de 2: 1, favoreciendo a las hembras.
3. El índice gonadosomático (IGS) de *H. edentatus* hembras, presentó su mayor valor en el mes de abril, con un porcentaje de 1.6%, y el menor fue en el mes de enero, con un porcentaje de 0.14%. En relación a los machos, el valor máximo se obtuvo en el mes de abril, con un 0.6%, y su valor mínimo en el mes de marzo, con 0.05%. El índice gonadosomático (IGS) de *B. amazonicus* hembras, presentó su mayor valor en el mes de enero, con un porcentaje de 6.99%, y su valor mínimo en el mes de julio, con un porcentaje de 0.17%. En relación a los machos, el valor máximo se obtuvo en el mes de enero, con un 1.09%, y sus valores mínimos en el mes de julio y octubre, con 0.2%.

## CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES

1. Incentivar hacia la formulación de proyectos sobre aspectos reproductivos de *H. edentatus* y *B. amazonicus* en la cuenca baja, media y alta del río Putumayo.
2. Proponer planes de manejo de recursos pesqueros de *H. edentatus* y *B. amazonicus* en la cuenca media del río Putumayo.
3. Proponer y formular tallas mínimas de capturas de *H. edentatus* y *B. amazonicus* en la cuenca media del río Putumayo.

## CAPÍTULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Valencia M, José E. ¿A quiénes se les privan las aguas en Suramérica?: ecología política e hidrot territorios en interlocución con los Mbya-guarani en el sur de Brasil. Tesis Maestría. Porto Alegre: Universidad Federal de Río Grande del Sur, Facultad de Ciencias Económicas; 2020.
2. Dourojeanni M, Barandiarán A, Dourojeanni D. Amazonía Peruana en 2021. Explotación de recursos naturales. Primera ed. Sociedad Peruana de Derecho Ambiental; 2009.
3. Cabellos G, Carpio A, Carpio F, Castro R, Martínez M, Pescorán R, et al. Planeamiento Estratégico de la Macro Región V. Tesis maestría. Surco: Pontificia Universidad Católica del Perú; 2017.
4. Sánchez A. Migraciones internas en el Perú. Primera ed. Lima; 2017.
5. Zuñiga P. Lineamientos de gestión ambiental para el control del tráfico ilícito de peces ornamentales dulceacuícolas en las cuencas de Amazonas y Orinoco. Tesis maestría. Bogotá: Pontificia Universidad Javierana, Maestría en gestión ambiental; 2010.
6. Salinas Y, Agudelo E. Peces de importancia económica en la cuenca amazónica colombiana. 1st ed. Bogotá: Scripto Ltda; 2000.
7. Vela A, Zorrilla L, García A, Dañino A. Análisis de los desembarques de pescado fresco en la ciudad de Pucallpa, región Ucayali. Folia Amazónica. 2013; 22(1-2 2013: 7-14).
8. Ríos E. Indicadores de sostenibilidad ecológica, socioeconómica y cultural para el manejo de recursos hidrobiológicos en las cuencas de los ríos pastaza y morona, loreto-Perú. Tesis doctoral. Iquitos: Universidad Nacional de Trujillo, programa de doctorado en ciencias ambientales; 2008.

9. García Dávila C, Murrieta G, Dávila N, Del Castillo D, Puertas P, Mejía K, et al. Primer Congreso Internacional sobre Amazonía Peruana: Investigación para el desarrollo, perspectivas y retos-CONIAP 2020. In. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana; 2021.
10. PEBDICP. Sub proyecto de investigación aplicada Iquitos: PNIPA; 2018.
11. Veneros B. Caracterización de las bases biológicas-pesqueras para el manejo sustentable de los principales recursos que soportan la pesca artesanal en la zona costera de la región Libertad, Perú. Tesis doctoral. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, programa de doctorado en ciencias biológicas; 2008.
12. García C, Sánchez H, Flores M, Mejía de Loayza J, Ángulo C, Castro D, et al. Peces de consumo de la Amazonía Peruana. Primera ed. Iquitos; 2018.
13. Córdoba E. Bases científicas para contribuir a la gestión de la pesquería comercial de bagres (familia Pimelodidae) en la Amazonía colombiana y sus zonas de frontera. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona, Instituto de Ciencia y Tecnología Ambiental; 2015.
14. Gonzáles A, Curto G & Fernández C. Parámetros hematológicos de reproductores de *Brycon amazonicus* (Bryconidae) en cultivo. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú. 2019;(30(1), 133-142.).
15. Carvalho M. Composição química e reprodução do mapará (*Hypophthalmus edentatus* Spix, 1829) do lago do Castanho, Amazonas. Acta amazônica. 1980; 10(379-389).
16. Cecilio E, Agostino A. Biología reproductiva de *Hypophthalmus edentatus* (SPIX 1829) (Osteichthyes, Siluriformes) no reservatorio de Itaipu – PR. II. Estructura dos ovários e escala de maturidade. Tesis de grado.

Parana: Universidade Estadual de Maringa, Departamento de Biología; 1991.

17. Cintra I, Jossandra P, Juras A, Souza R, Ogawa M. Biología do mapará, *Hypophthalmus marginatus* (Valenciennes, 1840), no reservatório da usina hidrelétrica de Tucuruí (Pará-Brasil). Bol. Téc. Cient Cepnor. 2008; 83-95.
18. Wasiw J, Riofrío J, Víctor M. Monitoreo de la pesquería comercial en Pucallpa y Yarinacocha, 2010 (Ucayali – Perú). Informe IMARPE; Vol. 39. Callao: Instituto del Mar del Perú; 2012.
19. López, J., Salas, J., Gómez, A. E., & Sanguino, W. R. Estudio gonadal de la sabaleta de la cuenca del Patía (*Brycon* sp.) como indicador del potencial acuícola. Rev Electrónica Ing en Prod Acuicola. 2012; 6(6).
20. Patarroyo J. Aspectos reproductivos y poblacionales del sábalo *Brycon amazonicus* (Spix y Agassiz, 1829). Tesis maestría.
21. Mancera-Rodríguez N. Biología reproductiva de *Brycon henni* (Teleostei: Bryconidae) y estrategias de conservación para los ríos Nare y Guatapé, cuenca del río Magdalena, Colombia. Biología Tropical. 2017 Setiembre; 65(1105-1119).
22. Chávez L. Caracterización y desempeño del arte de pesca artesanal “zaranda” en la región Ucayali 2015. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agroforestal Acuícola. Pucallpa: Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía, Facultad de Ingeniería y Ciencias Ambientales, carrera profesional de ingeniería agroforestal acuícola; 2018.
23. Taboada G. Empleo de las unidades de la V División del Ejército ubicadas en el margen del Río Putumayo, en apoyo al desarrollo de las poblaciones vulnerables. 2019.

24. Glaston C. Experiencias en actividades de ordenamiento de pesquería de las especies “arahuana” (*Osteoglossum bicirrhosum*) y “paiche” (*Arapaima gigas*) en los sectores Medio y Bajo Putumayo entre los años 2008-2012. 2017.
25. Urueña S, Edward C. Prefactibilidad del suministro de energía eléctrica a zonas rurales no interconectadas, por medio de turbinas eléctricas sumergibles sobre el Río Putumayo.
26. Ortega H, Mojica J, Alonso J, Hidalgo M. Listado de los peces de la cuenca del río Putumayo en su sector colombo-peruano. Biota colombiana. 2006; 7(95-111).
27. Tresierra A, Culquichicón Z. Biología Pesquera. 2nd ed. 10 V, editor. Trujillo: Editorial Libertad. von Bertalanffy, L (1938); 1993.
28. Velázquez Á CR. Metodología de la Investigación Científica: 1; 2007.
29. Bergh P, Davies S. Seguimiento, control y vigilancia de la pesquería. Guía del administrador pesquero. 2005.
30. Freitas A. Longitud de primera maduración y época de desove de dorado, *Brachyplatystoma flavicans*; salton, *Brachyplatystoma filamentosum*, doncella, *Pseudoplatystoma fasciatum* y tigre zúngaro, *Pseudoplatystoma tigrinum* en el río Putumayo. Tesis de grado. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana; 2003.
31. Ortega J, Álvarez A. Prevalencia parasitaria en tres peces comerciales de agua dulce en los ríos de Vinces y Mocache, Ecuador. Tesis de pregrado - Ingeniería Agropecuaria. Universidad Técnica Estatal de Quevedo; 2019.
32. Napa J. Incidencia de la talla en el desarrollo gonadal del recurso *Ophichthus remiger* (VALENCIENNES, 1842). Tesis - Maestría en Ciencias con Énfasis en Manejo Sustentable de Biorecursos y Medio

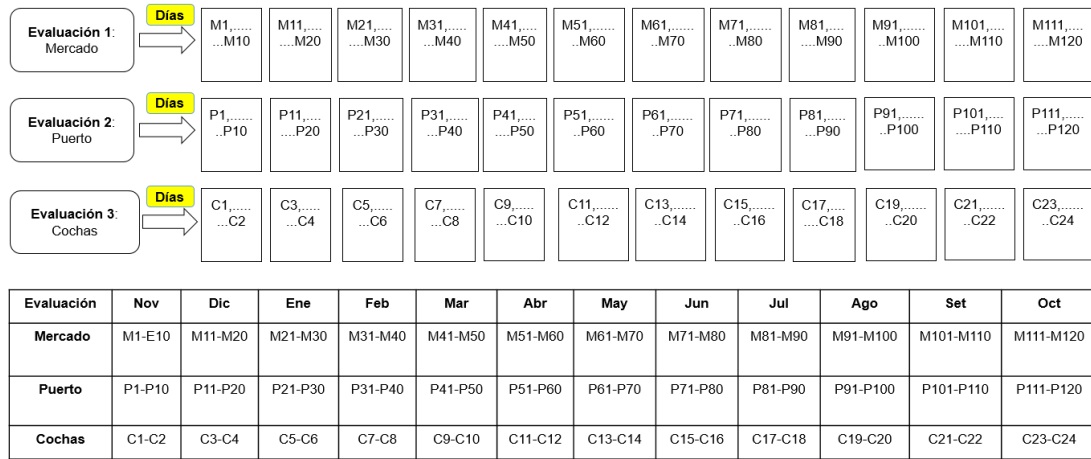
- Ambiente. Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Naturales; 2015.
33. Consa D. Desarrollo y madurez sexual de *Oncorhynchus mykiss* (trucha arco iris) establecida en redes jaulas, caso Langui-Layo. 2014. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco; 2014.
  34. Horvath L, Seagrave C, Chris T. Cultivo de carpa y otros peces en estanques. Dirección de Acuicultura. 1992.
  35. Estacio D. Desarrollo de una salchicha tipo viena de maparate (*Hypophthalmus edentatus*) usando almidón de plátano (*Musa paradisiaca*) y determinación de su estabilidad. Tesis de maestría. Tingo María: Universidad Nacional Agraria de la Selva, Maestría en Ingeniería de alimentos, mención ingeniería agroindustrial; 2021.
  36. Gallo R. Situación del manejo de las pesquerías de grandes bagres migratorios amazónicos en el Perú. Taller sobre manejo de las pesquerías de bagres migratorios del Amazonas. In ; 1999.
  37. Tello Martín S, et al. La pesquería de grandes bagres en la región Loreto. In.; 2009.
  38. Hernández C. Manual de Prácticas de Biología de la Reproducción. 2018.
  39. Aguilera-Díaz M. "Ciénaga de Ayapel: Riqueza en biodiversidad y recursos hídricos.". Documentos de Trabajo Sobre Economía Regional y Urbana. Banco de la República de Colombia; 2009.
  40. Guzmán L, Zárate W. Efectos patológicos de las infestaciones branquiales por el copépodo *Pseudochondracanthus* sp., parásito del pez botete Diana *Sphoeroides annulatus* Jenyns, 1842. Tesis de Pregrado. Universidad de La Salle, Facultad de Ciencias Agropecuarias; 2008.

41. Pineda Santis H, Restrepo L, Olivera A. Comparación morfométrica entre machos y hembras de Cachama Negra (*Colossoma macropomum*). Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. 2004; 17(4).
42. Gómez IC. Saneamiento ambiental: EUNED; 2000.
43. Cárdenas Saldaña, et al. Abundancia y estructura de la ictiofauna en la plataforma del litoral rocoso en la zona de protección ecológica - Tauca, Huacho. Big Bang Faustiniiano. 2017; 6(4).
44. Cárdenas J. Investigación cuantitativa; 2018.
45. Perú. Congreso de la República. Ley de creación de la Provincia de Putumayo en el Departamento de Loreto. Normas legales. Congreso de la República; 2014.
46. (INEI). Perú: Principales Indicadores Departamentales 2007-2011. [Online]. 2012 [cited 2021 Noviembre 29. Available from: <http://proyectos.inei.gob.pe/web/biblioineipub/bancopub/est/lib1044/cuadros/cap18.pdf>.
47. PEBDICP. Putumayo. Plan Operativo Institucional. Iquitos: Ministerio de Agricultura y Riego, Dirección Ejecutiva; 2016.
48. Córdoba E, et al. Perspectivas para el ordenamiento de la pesca y acuicultura en el área de integración fronteriza Colombo-Peruana del río Putumayo. SINCHI&INADE; 2006.



## ANEXOS

### Anexo N°01. Diseño de la investigación.



Fuente: Elaboración propia.

### Anexo N° 02. Formato PC-Pesca para el consumo local de desembarque pesquero, diseñado por el PEBDICP, UNAP y IIAP.

Fecha: -----/-----/-----

Localidad: ----- Colector: -----

Hora Arribo	Nombre del Pescador	N° de Pesc.	Zona de Pesca	Arte de Pesca	Bote a:		Días Pescando	Especies	Estado de Conservación			Kilogramo Capturado	N° Peces	Precio/ Kg (Soles)	Lugar de Venta			
					Motor	Remo			F	SP	SS				R	M	P	C
									F	SP	SS				R	M	P	C
									F	SP	SS				R	M	P	C
									F	SP	SS				R	M	P	C
									F	SP	SS				R	M	P	C
									F	SP	SS				R	M	P	C
									F	SP	SS				R	M	P	C
									F	SP	SS				R	M	P	C

- OBSERVACIONES: Estado de Conservación: fresco (F), Sal Preso (SP) y Seco Salado (SS).

- Lugar de Venta: Restaurante (R); Plaza de mercado (M); Puerto Civil (P); Calle (C).

**Anexo N°03.** Bote “chalupa”.



**Anexo N° 04.** Colocando las mallas de pescar en zonas cercanas a la orilla de la cocha en horas de la tarde.



**Anexo N° 05.** Revisión de las mallas de pescar en horas de la madrugada.



**Anexo N° 06. Formato EB-1: Evaluación biológica.**

Fecha	Zona de Pesca	Arte de Pesca	Especie	Longitud (cm)		Longitud Corporal (cm)		Peso Total (kg)	Peso Eviscerado (kg)		Estadios de Madurez			Peso Gónada (gr)	Contenido Estomacal	
				Estándar	Horquilla	Estándar	Horquilla		C/cabeza	S/cabeza	Macho	Hembra	Indet		% Llena.	Diges.

Fuente: Elaboración PEBDIPC y UNAP.

**Anexo N° 07. Realizando las medidas biométricas de *B. amazonicus*.**



**Anexo N° 08. Apertura del cuerpo de *B. amazonicus* e identificación de su gónada.**



**Anexo N° 09.** Pesaje de *B. amazonicus*.



**Anexo N° 10.** Pesaje de una gónada de *B. amazonicus* en estadio maduro.



**Anexo N° 11.** Base de datos de *Hypophthalmus edentatus* (noviembre).

<b>N°</b>	<b>Longitud estándar</b>	<b>Longitud total</b>	<b>Peso total</b>	<b>Sexo</b>	<b>Estadio</b>	<b>Peso de la gónada</b>
1	38 cm	42 cm	403 g	H	I	0.3 g
2	39.5 cm	44 cm	412 g	H	I	1.3 g
3	42 cm	49 cm	424 g	H	I	1.3 g
4	41.2	44.1 cm	542 g	H	III	13 g
5	40.6 cm	44.5 cm	704 g	H	III	5 g
6	25.5 cm	29 cm	148 g	M	I	0.1 g
7	26.5 cm	30 cm	149 g	M	I	0.3 g
8	25.7 cm	30.1 cm	169 g	H	I	0.1 g
9	28 cm	31.5 cm	158 g	H	II	0.7 g
10	25.7 cm	29.7 cm	158 g	H	II	0.3 g
11	24.5 cm	28.8 cm	130 g	M	I	0.2 g
12	30 cm	33.4 cm	278 g	H	III	1.9 g
13	32 cm	36 cm	306 g	H	II	1.1 g
14	25.3 cm	29 cm	148 g	H	II	1.2 g
15	25.4 cm	29.2 cm	166 g	H	I	0.3 g
16	29.9 cm	33.2 cm	280 g	H	III	1.8 g
17	29.8 cm	33.3 cm	282 g	H	III	1.7 g
18	26.5 cm	29.9 cm	148 g	M	I	0.1 g
19	26.6 cm	30 cm	145 g	M	I	0.1 g
20	30.1 cm	33.5 cm	285 g	H	III	1.9 g
21	25.7 cm	28.6 cm	147 g	H	II	0.6 g
22	30.2 cm	33.6 cm	282 g	H	III	1.9 g
23	25.2 cm	28 cm	150 g	H	II	0.6 g
24	30.1 cm	33.7 cm	283 g	H	III	2 g

**Anexo Nº 12.** Base de datos de *B. amazonicus* (noviembre).

<b>Nº</b>	<b>Longitud estándar</b>	<b>Longitud total</b>	<b>Peso total</b>	<b>Sexo</b>	<b>Estadío</b>	<b>Peso de la gónada</b>
1	24.5 cm	28.4 cm	335 g	H	IV	55 g
2	26.5 cm	30.5 cm	388 g	H	V	50 g
3	23.3 cm	28.4 cm	306 g	H	IV	46 g
4	20.8 cm	25.5 cm	390 g	H	V	55 g
5	24 cm	28.7 cm	318 g	H	II	45 g
6	23.2 cm	27.6 cm	323 g	H	V	42 g
7	20.5 cm	25 cm	244 g	H	II	1.1 g
8	22 cm	27 cm	273 g	H	II	2.5 g
9	21.3 cm	26.7 cm	246 g	H	II	0.8 g
10	21.2 cm	26 cm	238 g	H	II	2 g
11	23 cm	28 cm	272 g	H	III	4.2 g
12	23.5 cm	27.7 cm	305 g	H	IV	41.5 g
13	21.5 cm	27.3 cm	267 g	M	II	1.6 g
14	22.7 cm	27.2 cm	281 g	H	III	4.9 g
15	20.5 cm	25 cm	214 g	M	II	1.4 g
16	20.6 cm	24 cm	241 g	H	II	3.9 g
17	21.1 cm	25.5 cm	229 g	M	II	1 g
18	22 cm	26 cm	264 g	M	II	0.9 g
19	24.5 cm	28.3 cm	290 g	H	III	5.2 g
20	19.1 cm	26 cm	291 g	M	I	1.1 g
21	21.4 cm	26.2 cm	242 g	H	II	1.8 g
22	20.6 cm	25.1 cm	284 g	H	II	1.1 g
23	22.1 cm	27.2 cm	276 g	H	II	1.2 g
24	22 cm	27.1 cm	275 g	H	II	0.3 g
25	22.6 cm	26.8 cm	280 g	H	III	4.1 g
26	20.5 cm	25.3 cm	240 g	H	II	0.2 g
27	20.6 cm	24.1 cm	240 g	M	II	1 g
28	20.5 cm	23.8 cm	239 g	M	II	0.9 g