

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI**

**ESCUELA DE POSGRADO**



**CRECIMIENTO, MORTALIDAD, ASPECTOS REPRODUCTIVOS Y  
BIOMETRIA DE BAGRE (*Pimelodus blochii*) DE LA CUENCA DEL  
RIO UCAYALI (2013-2019)**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADEMICO DE MAESTRO EN CIENCIAS  
EN MEDIO AMBIENTE, GESTION SOSTENIBLE Y RESPONSABILIDAD  
SOCIAL**

**JOSÉ CARLOS RIOFRIO QUIJANDRIA**

**PUCALLPA, PERÚ**

**2021**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI



## ANEXO N° 4

### ACTA DE DEFENSA DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACION PARA OBTENCION DEL GRADO DE MAESTRO O MAESTRO EN CIENCIAS

En la Sala de Grados de la Universidad Nacional de Ucayali siendo las 16:08 horas, del día 15 de abril, ante el **Jurado** de Tesis o trabajo de investigación constituido por:

|   |            |
|---|------------|
| <u>Dr. MOISES AMANCIO CUEVA MUÑOZ</u>   | Presidente |
| <u>Dr. ROGER BRAYAN, BRAGA SANDOVAL</u> | Secretario |
| <u>Mg. MARIA ADELAIDA PILCO LOZANO</u>  | Vocal      |

El aspirante al **GRADO DE MAESTRO O MAESTRO EN CIENCIAS** en:

### CIENCIAS

Mención: **Medio Ambiente, Gestión Sostenible y Responsabilidad Social**

Don: JOSE CARLOS RIOFRIO QUIJANDRIA

Procedió al acto de Defensa:

a. Con la exposición de la tesis o trabajo de investigación, titulada:

“Crecimiento, mortalidad, aspectos reproductivos y biometría de bagre (*Pimelodus blochii*) de la cuenca del río Ucayali (mayo2013- setiembre2019)”

b. Respondiendo las preguntas formuladas por los miembros del Jurado y público asistente.

Concluido el acto de defensa, cada miembro del Jurado procedió a la evaluación del aspirante a Maestro, teniendo presente los criterios siguientes:

- Presentación personal
- Exposición: el problema a resolver, hipótesis, objetivos, resultados, conclusiones, los aportes, contribución a la ciencia y/o solución a un problema social y Recomendaciones
- Grado de convicción y sustento bibliográfico utilizados para las respuestas a las interrogantes del Jurado y público asistente
- Dicción y dominio de escenario



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI



Así mismo, el Jurado plantea a la tesis o trabajo de investigación **las observaciones** siguientes:

Realizar las correcciones correspondientes al informe final, respecto a las observaciones por parte de los miembros como jurados evaluadores.

Obteniendo en consecuencia el Maestría la **Nota** de *DIESCIOCHO* (18)

**Equivalente a EXCELENCIA**, por lo que se recomienda **APROBAR**

Los miembros del Jurado, firman el presente **ACTA** en señal de conformidad, en Pucallpa, siendo las 17:36 horas del 15 de abril del 2021

PRESIDENTE

SECRETARIO

VOCAL



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACION  
DIRECCION DE PRODUCCION INTELECTUAL

# CONSTANCIA

## ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION

### SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

**N° V/0370-2020**

La Dirección General de Producción Intelectual, hace constar por la presente, que el Informe Final (Tesis) Titulado:

**“CRECIMIENTO, MORTALIDAD, ASPECTOS REPRODUCTIVOS Y BIOMETRÍA DE BAGRE (PIMELODUS BLOCHII) DE LA CUENCA DEL RIO UCAYALI (2013-2019)”**

Cuyo autor (es) : RIOFRIO QUIJANDRIA, JOSE CARLOS

Escuela : POSGRADO  
Maestría : MEDIO AMBIENTE,  
Mención : MEDIO AMBIENTE, GESTION SOSTENIBLE Y  
RESPONSABILIDAD SOCIAL.

Asesor(a) : Dr. PASTOR SEGURA, JAIME ALBERTO

Después de realizado el análisis correspondiente en el Sistema Antiplagio URKUND, dicho documento presenta un **porcentaje de similitud de 04%**.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND, el cual indica que no se debe superar el 10%. Se declara, que el trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud, por lo que SI se aprueba su originalidad.

En señal de conformidad y verificación se entrega la presente constancia.

**Fecha: 23/12/2020**



**Dra. DINA PARI QUISPE**  
Dirección de Producción Intelectual



REPOSITORIO DE TESIS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

AUTORIZACION DE PUBLICACION DE TESIS

Yo, RIOFRIO QUIJANDRIA, JOSE CARLOS

Autor de la TESIS titulada:

CRECIMIENTO, MORTALIDAD, ASPECTOS REPRODUCTIVOS Y BIOMETRIA DE BAGRE (Pimelodus blochii) DE LA CUENCA DEL RIO UCAYALI (2013-2019)

Sustentada el año: 2021

Con la asesoría de: PASTOR SEGURA, JAIME ALBERTO

Maestría en: MEDIO AMBIENTE, GESTION SOSTENIBLE Y RESPONSABILIDAD SOCIAL

Autorizo la publicación de mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali, bajo los siguientes términos:

**Primero:** otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali **licencia no exclusiva** para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del repositorio institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

**Segundo:** declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización que la tesis no infringe derechos de autor de terceras peruanas.

**Tercero:** autorizo la publicación,

**Total** (significa que todo el contenido de la tesis en PDF será compartido en el repositorio).


**Parcial** (significa que solo la caratula, la dedicatoria y el resumen en PDF será compartido en el repositorio).

De mi tesis de investigación en la página web del Repositorio Institucional de la UNU.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 15 / 08 / 2021

Email: jrnofriog@yahoo.com

firma: 

Teléfono: 965443626

DNI: 06104499

## **DEDICATORIA**

A mis Padres mi eterna gratitud por sus enseñanzas, a Jackeline por su paciencia y tolerancia, a mis hermanas e hijos por su comprensión y apoyo en el tiempo de desarrollo de mis estudios.

A mis amigos y colegas de estudios, con quienes hemos pasado horas de discusión de los trabajos encargados.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Instituto del Mar del Perú (IMARPE) por permitirme el uso de su valiosa información de la pesquería generada durante los estudios de Seguimiento de las pesquerías amazónicas desarrollados en Pucallpa y Yarinacocha.

Al Dr. Jaime Pastor, por su apoyo, preocupación y constante presión para que la tesis culmine con éxito, así como por las sugerencias al documento en todo el proceso de redacción.

A los docentes de la Maestría por sus enseñanzas y muchas veces tolerancia en atender nuestras inquietudes e intervenciones.

A los pescadores de la Región Ucayali por el apoyo en brindar su valiosa información para el desarrollo del presente estudio.

## RESUMEN

Se hace un análisis de los datos obtenidos en muestreos biológicos y biométricos de “bagre” (*Pimelodus blochii*) de la cuenca del río Ucayali durante los años 2013-2019 con la finalidad de generar conocimientos sobre los principales aspectos de su condición reproductiva: época de reproducción, proporción por sexos y talla de primera madurez (TPM), así como los parámetros de crecimiento de von Bertalanffy ( $L_{\infty}$ ,  $K$  y  $t_0$ ), tasas de mortalidad por pesca ( $F$ ), mortalidad natural ( $M$ ) y mortalidad total ( $Z$ ), así como la tasa de explotación ( $E$ ), que sirvan a la toma de decisiones para un manejo adecuado y una pesca responsable. Los datos registrados correspondieron a Longitud Total (LT), Longitud Horquilla (LH), Longitud Estándar (LE), Peso Total (PT), Peso Eviscerado (PEv), Peso de la gónada (P.gon), Sexo (S) y Estadio de Madurez (EM). Se obtuvo la época de reproducción por el análisis de la evolución de los estadios de madurez y el Índice Gonadosomático (IGS). Los parámetros de crecimiento se obtuvieron por el empleo de la rutina ELEFAN I en el programa FISAT II. La mortalidad total ( $Z$ ) se estimó mediante el análisis de la curva de captura a partir de datos de frecuencia de longitud. La mortalidad natural ( $M$ ) empleando la ecuación de Pauly (1983) y la mortalidad por pesca por sustracción:  $F = Z - M$ . La tasa de explotación se obtuvo por la fórmula  $E = F/Z$ . Los resultados indican que la especie tiene crecimiento alométrico negativo ( $b < 3$ ) mostrando las regresiones para hembras y machos diferencia estadísticamente significativa, proponiéndose la regresión para machos como  $PT_{(g)} = 0,0213LT_{(cm)}^{2,696}$  ( $r^2 = 0,82$ ) y para hembras como  $PT_{(g)} = 0,0230LT_{(cm)}^{2,682}$  ( $r^2 = 0,84$ ). La especie se reproduce en verano (creciente del río Ucayali) con el pico de desove en el mes de marzo,



iniciando su maduración en primavera (transición a creciente). La proporción sexual global difiere de la proporción teórica en favor de los machos, pero durante la época de desove se ajustó a la proporción teórica (1M:1H). La TPM para hembras fue de 17,6 cm LH y para machos de 17,9 cm LH. Los valores de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy fueron:  $L_{\infty} = 34,7$ ;  $K = 0,39$  y  $t_0 = -0,48$ ; el valor de  $\emptyset' = 2,67$  y  $T_{\max} = 7,7$ , indicando que la especie tiene una tasa de crecimiento y longevidad moderadas. Las mortalidades se estimaron en:  $Z = 2,48$ ;  $M = 0,74$  y  $F = 1,74$ . La tasa de explotación fue  $E = 0,70$ , incidiendo la pesca en la población inmadura en más del 80% de los ejemplares analizados. Se recomienda establecer una veda reproductiva para la especie entre los meses de febrero y abril, así como reglamentar la talla de captura respetando la TPM de 18 cm LH, con la finalidad de proteger a ambos sexos.

Palabras clave: *Pimelodus blochii*, reproducción, talla de primera madurez, crecimiento, tasa de explotación, Ucayali.

## ABSTRACT

An analysis is made of the data obtained in biological and biometric samplings of "catfish" (*Pimelodus blochii*) from the Ucayali river basin during the years 2013-2019 in order to generate knowledge about the main aspects of their reproductive condition: period of reproduction, sex ratio and size at first maturity (SFM), as well as von Bertalanffy growth parameters ( $L_{\infty}$ , K and  $t_0$ ), fishing mortality rates (F), natural mortality (M) and total mortality (Z), as well as the exploitation rate (E), which serve to make decisions for proper management and responsible fishing. The data recorded corresponded to Total Length (TL), Fork Length (FL), Standard Length (LS), Total Weight (TW), Eviscerated Weight (EW), Gonad Weight (Gon.W), Sex (S) and Stage of Maturity (SM). The breeding season was obtained by analyzing the evolution of the maturity stages and the Gonadosomatic Index (IGS). The growth parameters were obtained by using the ELEFAN I routine in the FISAT II program. Total mortality (Z) was estimated by analysis of the catch curve from length frequency data. Natural mortality (M) using the Pauly equation (1983) and fishing mortality by subtraction:  $F = Z - M$ . The exploitation rate was obtained by the formula  $E = F/Z$ . The results indicate that the species has negative allometric growth ( $b < 3$ ) showing the regressions for females and males statistically significant difference, proposing the regression for males as  $TW(g) = 0.0213TL (cm)^{2.696}$  ( $r^2 = 0.82$ ) and for females such as  $TW(g) = 0.0230TL (cm)^{2.682}$  ( $r^2 = 0.84$ ). The species reproduces in summer (high water from the Ucayali river) with greater intensity in March, beginning its maturation in spring (transition to high water). The overall sex ratio differs from the theoretical ratio in favor of males, but during the spawning season it was adjusted to the theoretical ratio (1M:1H). The SFM for females was

17.6 cm FL and for males 17.9 cm FL. The values of the von Bertalanffy growth equation were:  $L_{\infty} = 34.7$ ;  $K = 0.39$  and  $t_0 = -0.48$ . The value  $\emptyset' = 2.67$  and  $T_{\max} = 7.7$ , indicating that the species has a moderate growth rate and longevity. Mortalities were estimated at:  $Z = 2.48$ ;  $M = 0.74$  and  $F = 1.74$ . The exploitation rate was  $E = 0.70$ , with fishing affecting the immature population in more than 80% of the analyzed specimens. It is recommend to determine the prohibition of fishing in its breeding season between February and April, as well as to regulate the catch size respecting the SFM of 18 cm LH, in order to protect both sexes.

Keyword: *Pimelodus blochii*, reproduction, size of first maturity, growth, rate and exploitation, Ucayali.

## INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, las capturas de las poblaciones de peces tanto marinas como continentales ha alcanzado su punto máximo y ha disminuido ligeramente, debido a que la mayoría de las poblaciones se explotan intensamente y muchas tienen una tendencia al agotamiento (Hilborn *et.al.*, 2003).

En aguas continentales, la sobrepesca no es reconocida claramente debido a las múltiples presiones que recibe el ecosistema y las complejidades de la malla trófica que puede no mostrar una disminución del rendimiento total a pesar que las especies individuales y la sostenibilidad a largo plazo estén muy amenazadas. Es así que después de notarse que poblaciones de especies han colapsado comercialmente, puede observarse que la producción aumenta, es decir existe una crisis de la biodiversidad más que de la pesca (Allan et al., 2005).

Esta situación es evidente en la amazonia, debido a su gran biodiversidad de peces, estimada en 2500 a 3000 especies, como producto del tamaño de la cuenca, diversidad de hábitats, altas tasas de especiación de diferentes grupos, baja tasa de extinción, como consecuencia de un clima bastante estable que ha persistido durante largos periodos geológicos (Junk y Soares, 2001). La sobre pesca del 4 al 10% de todas las especies de peces de América del Sur, enfrentan cierto grado de riesgo de extinción principalmente por pérdida y degradación de hábitat, pero sugiere que el estado de conservación de la fauna de peces de América del Sur es mejor que en la mayoría de las otras regiones del mundo (Reis et al., 2016).

Ucayali se ubica en el neotrópico sudamericano en Perú, en la región centro oriental. El Perú es considerado como un país megadiverso por la alta riqueza de especies y diversidad de ecosistemas que posee (Rodríguez, 1996). Entre esta diversidad de especies, destaca la ictiofauna, por ser desde el punto de vista antrópico, la principal fuente de zooproteínas, como lo revelan el alto consumo per cápita, tanto urbano como rural y que evidencia su importancia en la seguridad alimentaria (MIPE, 2015), pero también es generadora de puestos de trabajo directamente (por la existencia de más de 3000 pescadores artesanales) e indirectamente (comercio relacionado a la actividad, construcción de embarcaciones, artes de pesca, comercialización dentro y fuera de la región, acuicultura, organismos sectoriales, entre otros). Por otro lado, estos recursos también son explotados por una pesquería de subsistencia, que supera en tres veces la producción comercial (Tello y Bayley, 2001) y que se halla dispersa por todo el territorio amazónico.



Figura 1. *Pimelodus blochii* "bagre" de la cuenca del rio Ucayali.

*Pimelodus* es un grupo de peces de la familia Pimelodidae (el grupo está compuesto por *Pimelodus*, *Bergiaria*, *Iheringichthys* y *Parapimelodus*). Entre las especies incluidas en el género *Pimelodus* se encuentra *Pimelodus blochii*, que se distribuye ampliamente en las cuencas del Amazonas, Corantijn, Essequibo y Orinoco (Rocha, 2012).

La pesca comercial en el departamento de Ucayali, se sustenta en más de 40 especies reconocidas por sus nombres comerciales, de las cuales una decena explican más del 80% de la producción registrada al estado fresco-refrigerado. Entre las 10 principales, de acuerdo a los registros de desembarques al estado fresco-refrigerado en Pucallpa y Yarinacocha, se ubica *Pimelodus blochii* "bagre" (Figura 1), que es explotada además por la pesca de subsistencia, explicado por la buena calidad de su carne. Los volúmenes desembarcados y su aporte individual al



desembarque registrado de los últimos años se ha incrementado notablemente (Fig. 2), ubicándose en el segundo lugar, ocupado regularmente por “llambina” (*Potamorhina altamazonica*) (Flores-Gómez, 2011).

Es omnívoro oportunista, alimentándose de un amplio rango de especies como: insectos acuáticos y terrestres, crustáceos, peces, macrófitas y varios tipos de semillas de gramíneas y leguminosas. Su estrategia reproductiva es estacional con un solo desove al año.

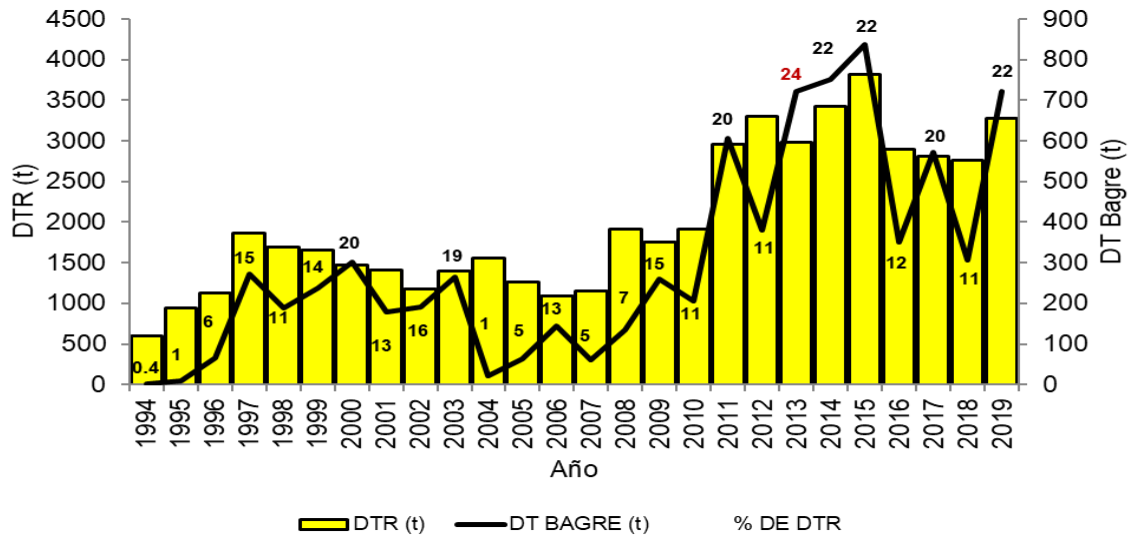


Figura 2. Serie histórica de desembarque de bagre comparada con el desembarque total de pescado al estado fresco-refrigerado (1994-2019).

Los números indican el aporte porcentual del desembarque de bagre al desembarque total del año.

Dada la creciente importancia socio-económica de “bagre” y debido a la escasez de información biológico-pesquera que ayude a la toma de decisión, se hace necesario conocer los principales aspectos sobre su reproducción, crecimiento y estado de explotación que sirvan de base científica para su explotación responsable.

## INDICE

|   |             |
|---|-------------|
| <b>DEDICATORIA.....</b>                               | <b>i</b>    |
| <b>AGRADECIMIENTOS .....</b>                          | <b>ii</b>   |
| <b>RESUMEN.....</b>                                   | <b>iii</b>  |
| <b>ABSTRACT.....</b>                                  | <b>v</b>    |
| <b>INTRODUCCIÓN.....</b>                              | <b>vii</b>  |
| <b>INDICE DE TABLAS .....</b>                         | <b>xiv</b>  |
| <b>INDICE DE FIGURAS .....</b>                        | <b>xv</b>   |
| <b>ANEXOS .....</b>                                   | <b>xvii</b> |
| <b>CAPITULO I. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....</b> | <b>19</b>   |
| 1.1.1 Descripción del problema .....                  | 19          |
| 1.1.2 Antecedentes.....                               | 20          |
| 1.1.3 Teorías básicas.....                            | 22          |
| <b>1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....</b>             | <b>31</b>   |
| 1.2.1 Problema general .....                          | 31          |
| 1.2.2 Problemas específicos.....                      | 31          |
| <b>1.3 OBJETIVOS .....</b>                            | <b>32</b>   |
| 1.3.1 General.....                                    | 32          |
| 1.3.2 Específicos.....                                | 32          |
| <b>1.4 HIPÓTESIS.....</b>                             | <b>32</b>   |
| <b>1.5 VARIABLES.....</b>                             | <b>33</b>   |
| <b>1.6 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....</b>           | <b>33</b>   |
| <b>1.7 VIABILIDAD .....</b>                           | <b>34</b>   |
| <b>1.8 LIMITACIONES .....</b>                         | <b>34</b>   |
| <b>2.1 Materiales .....</b>                           | <b>36</b>   |
| <b>2.2 Definiciones conceptuales.....</b>             | <b>37</b>   |
| <b>2.3 Métodos .....</b>                              | <b>41</b>   |
| 2.3.1. Área de estudio.....                           | 41          |
| 2.3.2 Muestreos biométricos y biológicos .....        | 42          |
| 2.3.3 Aspectos reproductivos .....                    | 43          |
| 2.3.4 Crecimiento.....                                | 47          |
| 2.3.5 Mortalidad y Tasa de Explotación .....          | 49          |
| 2.3.6 Tasa de Explotación .....                       | 50          |
| <b>2.4 Tipo de investigación .....</b>                | <b>51</b>   |
| <b>2.5 Diseño y esquema de investigación .....</b>    | <b>51</b>   |

|  |           |
|--|-----------|
| 2.6 Población y muestra .....  | 52        |
| 2.7 Instrumentos de recolección de datos .....                                 | 52        |
| 2.8 Técnicas de recojo, procesamiento y presentación de datos .....            | 52        |
| <b>CAPITULO III: RESULTADOS.....</b>   | <b>54</b> |
| 3.1 Aspectos reproductivos.....  | 54        |
| 3.1.1 Época de reproducción.....   | 54        |
| 3.1.2 Proporción por sexos.....  | 56        |
| 3.1.3 Talla de Primera Madurez.....  | 61        |
| 3.2 Crecimiento.....   | 62        |
| 3.2.1 Relación Longitud Peso y Tipo de crecimiento .....                       | 62        |
| 3.2.2 Curva de crecimiento (Parámetros de crecimiento de von Bertalanffy)..... | 66        |
| 3.3 Mortalidad (Z, M y F) y Tasa de Explotación (E).....                       | 68        |
| <b>CAPITULO IV: DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>                               | <b>73</b> |
| <b>CONCLUSIONES.....</b>   | <b>79</b> |
| <b>SUGERENCIAS .....</b>   | <b>81</b> |
| <b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>   | <b>82</b> |
| <b>ANEXOS .....</b>  | <b>95</b> |

## INDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1. Frecuencias observadas de hembras y machos de “bagre” <i>Pimelodus blochii</i> , proporción por sexos y valores de Chi cuadrado ( $\chi^2$ ) por mes (2013-2019). El asterisco indica diferencia significativa ( $p < 0,05$ ). ..... | 57 |
| Tabla 2. Proporción sexual según nivel del río Ucayali (2013-2019) .....  | 58 |
| Tabla 3. Proporción sexual por año y para el periodo 2013-2019 de bagre de la cuenca del río Ucayali.....   | 59 |
| Tabla 4. Análisis exploratorio de datos de Longitud y Peso de <i>Pimelodus blochii</i> de la cuenca del río Ucayali utilizados en la determinación de la relación Longitud Peso. ....   | 63 |
| Tabla 5. Resultados de la prueba de U Mann-Whitney para pesos de machos y hembras de <i>Pimelodus blochii</i> .....   | 65 |
| Tabla 6. Prueba de hipótesis de isometría en bagre <i>Pimelodus blochii</i> de la cuenca del río Ucayali (2013-2019).....   | 65 |

## INDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1. <i>Pimelodus blochii</i> “bagre” de la cuenca del rio Ucayali. ....  | ix |
| Figura 2. Serie histórica de desembarque de bagre comparada con el desembarque total de pescado al estado fresco-refrigerado (1994-2019). .... | x  |
| Figura 3. Lugares de procedencia de “bagre” ( <i>Pimelodus blochii</i> ) dentro del departamento de Ucayali (2013-2019).....                   | 42 |
| Figura 4. Ciclo hidrológico del rio Ucayali. ....  | 45 |
| Figura 5. Progresión de los estadios de madurez gonadal de hembras de “bagre” <i>Pimelodus blochii</i> (2013 – 2019).....                      | 55 |
| Figura 6. Progresión de los estadios de madurez gonadal de machos de “bagre” <i>Pimelodus blochii</i> (2013 – 2019).....                       | 55 |
| Figura 7. Índice Gonadosomático de “bagre” <i>Pimelodus blochii</i> asociado al nivel medio del rio Ucayali (2013 – 2019). ....                | 56 |
| Figura 8. Proporción sexual a la talla de bagre de la cuenca del rio Ucayali (2013-2019). ....   | 60 |
| Figura 9. Talla de Primera Madurez estimada para machos de “bagre” <i>Pimelodus blochii</i> (2013 – 2019) .....                                | 61 |
| Figura 10. Talla de Primera Madurez estimada para hembras de “bagre” <i>Pimelodus blochii</i> (2013 – 2019).....                               | 62 |
| Figura 11. Dispersión de las tallas y pesos en hembras y machos de “bagre” <i>Pimelodus blochii</i> de la cuenca del rio Ucayali.....          | 64 |
| Figura 12. Regresiones de longitud y peso de “bagre” <i>Pimelodus blochii</i> de la cuenca del rio Ucayali.....                                | 66 |



|   |    |
|---|----|
| Figura 13. Curva de crecimiento de von Bertalanffy de bagre ( <i>Pimelodus blochii</i> ) de la cuenca del rio Ucayali. ....   | 67 |
| Figura 14. Histograma de frecuencia de longitud total y curvas de crecimiento de la función de von Bertalanffy de bagre ( <i>Pimelodus blochii</i> ) de la cuenca del rio Ucayali.....    | 68 |
| Figura 15. Curva de captura convertida de longitudes de bagre y estimación de la mortalidad total. ....   | 69 |
| Figura 16. Curva de capturas convertidas de longitudes, Tasa de Mortalidad Total, Natural y por Pesca y Tasa de explotación de "bagre" de la cuenca del rio Ucayali. ....                 | 70 |
| Figura 17. Frecuencia de tallas desembarcadas de "bagre" de la cuenca del rio Ucayali (2013-2019) .....   | 71 |
| Figura 18. Frecuencia relativa acumulada de longitudes desembarcadas de bagre ( <i>Pimelodus blochii</i> ), talla de reclutamiento (tr) y talla de primera captura (tpc) (2013-2019)..... | 72 |

**ANEXOS**

|  |    |
|--|----|
| ANEXO 1. Formato para Registro Biométrico .....  | 95 |
| ANEXO 2. Formato para Muestreo Biológico.....  | 96 |
| ANEXO 3. Frecuencia de ejemplares machos de bagre de la cuenca del rio<br>Ucayali por estadio de madurez (2013-2019) .....                         | 97 |
| ANEXO 4. Frecuencia de ejemplares hembras de bagre de la cuenca del rio<br>Ucayali por estadio de madurez (2013-2019) .....                        | 98 |
| ANEXO 5. Regresiones para la estimación de la Longitud Total, Longitud Horquilla<br>y Longitud Estándar de bagre de la cuenca del rio Ucayali..... | 99 |

## CAPITULO I. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1.1 Descripción del problema.

“Bagre” (*Pimelodus blochii*) es una especie de la familia PIMELODIDAE que ha incrementado sus desembarques en los últimos años, alcanzando un máximo en el año 2015, a partir del cual se inicia un descenso que parece indicar que la especie ha alcanzado su rendimiento máximo y se hallaría en sobre pesca. La sustentabilidad de los recursos pesqueros explotados, dependen de las decisiones y políticas que se tomen en base al conocimiento de la estructura y cambios poblacionales, crecimiento y reproducción de una población. Cabe mencionar que esta especie no cuenta con ningún mecanismo de protección y de regulación.

Información científica sobre la biología y pesquería de este recurso, como la época de reproducción, talla de primera madurez, tasas de mortalidad, esfuerzo óptimo de pesca, entre otros, que oriente la toma de decisiones (veda, talla mínima de captura) es escasa y/o dispersa y no permiten proponer medidas para el manejo sustentable de la pesquería.

Por lo manifestado, es necesario generar información sobre las principales características reproductivas y de crecimiento que ayuden a la toma de decisiones y a una pesca responsable que permita la conservación del recurso.

### 1.1.2 Antecedentes

*Pimelodus* es un grupo de peces de la familia Pimelodidae (compuesto por los géneros *Pimelodus*, *Bergiaria*, *Iheringichthys* y *Parapimelodus*) conocida también como peces de cuero. *Pimelodus blochii*, pertenece al género *Pimelodus* y es conocido como “bagre”. Tiene una amplia distribución en Sud América en las cuencas de Amazonas, Tocantins, Essequibo y Orinoco (Lundberg y Littmann, 2003). Son gregarios (Le Bail, Keith y Planquette, 2000) y de alimentación omnívora, consumiendo frutos, peces pequeños e insectos (Boujard, Pascal, Meunier y Le Bail, 1997; Basile-Martins, Cipolli, y Godinho. 1986; Valderrama y Zarate, 1989; Guzmán, Santana, Verdugo, Gomez-Ramirez y Hurtado, 2013), evidenciándose un nicho trófico amplio y comportamiento oportunista (López-Casas y Jiménez-Segura, 2007).

En cuanto a los aspectos reproductivos, Le Bail et al. 2000, reporta para Guyana, que una hembra de *P. blochii* pone un promedio 50.000 huevos que son fertilizados externamente

Barbosa, Moraes, Ferreira y Campos, 1988, manifiesta que hembras de *Pimelodus maculatus* (especie emparentada con *P. blochii*) de la represa de Bariri, curso medio del rio Tiete, Estado de Sao Paulo, alcanzan la longitud de primera maduración en 12 cm de LT y los machos en 12,5 cm. A partir de 15,5 cm todos los individuos, machos y hembras están aptos para participar del proceso reproductivo.

Lima-Junior y Goitein 2006, refiere que los ovarios de *P. maculatus* del rio Piracicaba comienzan a sufrir maduración ovocitaria e incremento de masa a partir de la primavera, alcanzando el máximo desarrollo en verano, cuando sucede el

desove. Este último hecho es evidenciado por la presencia de ovarios maduros y desovados en esa estación.

AUNAP-UNIMAGDALENA (2013), reporta para *Pimelodus blochii*, “nicuro”, “barbul”, “barbudo blanco”, del río Magdalena su talla media de madurez en 17,7 cm LE sugiriendo la talla mínima de captura en 18 cm LE y reglamentada por Resolución 595 de 1978 y 88 de 1987 del INDERENA, siendo el porcentaje de individuos capturados por debajo de la talla media de madurez sexual de 83%.

En relación al crecimiento y explotación de “bagre”, Cervigón et al. (1992) reportan la longitud de 35 cm LT, que es considerada como la máxima reportada para la especie en las fichas FAO de identificación de especies para los fines de la pesca.

Ferraz y Giarrizzo 2015, hallaron para *Pimelodus blochii* del río Marapanim-Brasil, los siguientes valores de la relación Longitud- Peso:  $a= 0.007$ ,  $b= 3.060$  ( $r^2=0.846\pm 0.0897$ ), concluyendo que es isométrico.

Hernández-Serna et al, 2014 reporta valores de la relación Longitud-Peso de *Pimelodus blochii* que habitan los lagos inundables del río Magdalena (Colombia):  $n=2165$ ; 5.0–22.0 LE; 2.2–184.3 g;  $a=0.038$  (0.0349–0.0415);  $b= 2.617$  (2.5807–2.6531);  $r^2= 0.903$

Anaya y Olaya 2003, estimaron los valores de  $L_\infty$ ,  $K$  y  $t_0$  de *Pimelodus clarias* del río Sinú, en Colombia en 32.5 ( $\pm 0.08$ ), 0.26 ( $\pm 0.02$ ) año<sup>-1</sup> y –0.63 años, respectivamente, con temperatura media anual de 28 °C y límites de confianza del 95%. El índice de desempeño ( $\phi'$ ) arrojó un valor promedio de 2.44. Las ecuaciones de regresión obtenidas con límites de confianza del 95% fueron:

$LT = 1.77 (\pm 0.18) + 1.21 (\pm 0.01) LS$ ;  $LT = 1.23 (\pm 0.26) + 1.15 (\pm 0.02) LH$  y  $LH = 1.03 (\pm 0.18) + 1.01 (\pm 0.01) LS$  la mortalidad total (Z) fue estimada en  $2.41 (\pm 0.02)$  año<sup>-1</sup>, la mortalidad natural (M) en  $0.72$  año<sup>-1</sup> y la mortalidad por captura (F) se calculó en  $1.69$  año<sup>-1</sup> con 95% de confianza para los tres valores. La tasa de explotación ( $E=F/Z$ ) estimada fue 0.70. La talla con que el Barbul es reclutado a la pesquería ( $L_c$ ) es de 18.4 cm LT, mientras que la talla media de captura (TMC) es de 19.83 cm LT. Los valores estimados para  $L_\infty$  y K permiten afirmar que es un pez de longevidad y tasa de crecimiento medios.

Araya, Hirt y Flores (2003), realizan un estudio de la Biología reproductiva y crecimiento de *Pimelodus clarias maculatus* en la zona de influencia del embalse Yacyretá, río Paraná, Argentina hallando que la máxima actividad gonadal coincide con las crecidas anuales del río. La longitud de primera madurez la estimaron en 190 mm de longitud estándar y la fecundidad absoluta promedio de 97000 ovocitos por hembra. El valor de la constante b de la relación longitud-peso fue menor a 3, indicando un crecimiento alométrico negativo en ambos sexos.

En Ucayali, Deza, Chávez, Bazán y Rebaza (2009) proponen la talla de 18 cm LH para su manejo pesquero.

### 1.1.3 Teorías básicas

**La reproducción en los peces.-** La reproducción en los peces es un fenómeno cíclico con uno o más desoves al año. Es una de las funciones de mayor importancia para la supervivencia y la perpetuidad de una especie. La actividad reproductiva, resultado del desarrollo gonadal, se halla íntimamente ligada a los cambios en el medio. En poblaciones explotadas es de suma importancia realizar



estudios sobre el ciclo reproductivo (época de reproducción, proporción por sexos, talla media de primera madurez, entre otros) ya que estos aportan información para la administración y uso racional de los recursos.

**Época de reproducción.-** La época de reproducción puede determinarse realizando un seguimiento de los estadios de maduración de las gónadas o mediante indicadores morfo-fisiológicos como el Índice Gonadosomático. En base a esta información se establecen las restricciones temporales de la pesca con la finalidad de conservar el recurso, permitiendo su reproducción.

**Progresión de los estadios de madurez.-** Es posible registrar los cambios que ocurren en los órganos sexuales por su observación macroscópica considerando su tamaño, color, posición en la cavidad del cuerpo y forma que finalmente conducen a la producción de gametos: óvulos y espermatozoides (Iwaszkiw, 2009) y que se describen en las escalas de madurez macroscópicas. Es importante contar con una muestra representativa de hembras de diferentes tallas (edades) en cada mes, durante un año, con la finalidad de observar la evolución reproductiva. Por medio de cálculos porcentuales para cada fase (por mes y por talla) se describe el ciclo reproductivo, calculándose el porcentaje de cada estadio al considerar como 100 % el total mensual.

**Índice Gonadosomático.-** También se emplea el Índice de maduración o Índice Gonadosomático, como indicador del estado biológico que refleja el peso relativo de la gónada en relación con el peso del cuerpo. Esta información analizada sistemáticamente a través del año ayuda a explicar el ciclo de reproducción y el mes de mayor intensidad reproductiva (Vazzoler, 1996).

**Proporción sexual.-** Otra característica a considerar en los aspectos reproductivos es la proporción sexual la cual se asume ser de 1M:1H. La determinación de la proporción de sexos es muy importante, ya que nos amplía el conocimiento biológico del recurso determinando si existe una proporción de sexos equitativa.

**Talla de Primera Madurez.-** Es un aspecto de gran importancia para reglamentar la talla mínima de captura con el objetivo que el recurso se mantenga en el tiempo y zona de pesca (Militeli y Rodrigues, 2011). Es necesario examinar una muestra mensual y determinar el sexo y el estadio de madurez gonádica de cada individuo durante el periodo de reproducción. Se excluyen del análisis hembras en estadio II (en una escala de cinco estadios) ya que están incluidos peces en madurez inicial y en recuperación. Son considerados el número de organismos inmaduros y maduros (en porcentaje) por intervalo de talla. En base a la frecuencia de maduros por talla se determina la talla mínima de primera madurez, siendo la talla  $L_{25}$  la que expresa que el 25% de la población presenta fase de reproducción y la  $L_{50}$  la talla en la que el 50% de la población se puede encontrar en las mencionadas fases de madurez (Espino et al. 2008), representando la longitud a partir de la cual los peces están en condiciones de participar en la reproducción por primera vez. Vazzoler (1979) lo define como “el momento en que el 50% de los individuos constituyentes de la población entran en los procesos de maduración gonadal”.

La edad o tamaño de primera madurez es empleado en la mayoría de los modelos de evaluación de stocks, en estimados de biomasa desovante y la

productividad. Estos parámetros a lo largo de los años pueden disminuir al estar asociados con la sobre pesca.

Cuando la madurez se relaciona con la talla, se identifica una curva llamada ojiva de madurez que define la talla o edad media de madurez al 50% de probabilidad de observar una hembra madura. El criterio para los machos es similar (Militeli y Rodrigues, 2011).

Además de la reproducción, los aspectos de crecimiento y mortalidad y explotación también tienen gran importancia en la dinámica de una población.

**Crecimiento, Tasas de mortalidad y de Explotación.-** El crecimiento es el cambio de tamaño (longitud o peso) en el tiempo. La tasa de crecimiento de un pez es muy variable pues depende de factores ambientales que actúan en conjunto (temperatura del agua, los niveles de oxígeno disuelto, amonio, fotoperiodo, cantidad y disponibilidad de alimento, competencia, estado de madurez, entre otros). El tipo de crecimiento y la estructura por edades o tallas son importantes en la consideración de medidas de manejo. Las tasas de crecimiento y mortalidad, edad de primera madurez y longevidad, se consideran entre las variables más importantes para estimar el estado de una población y son igualmente relevantes para cálculos de tasas vitales incorporadas en modelos demográficos.

**Tipo de crecimiento y Relación Longitud-Peso.-** La relación entre la talla y el peso de un pez, responde a una ecuación de potencia y esta ecuación es útil pues permite a) estimar una de las variables (por ejemplo el peso) en función de la otra (talla) y viceversa; b) por análisis del exponente "b" es posible definir el tipo de crecimiento (isométrico o alométrico) y c) estimar el factor de condición o condición corporal ("a") de los ejemplares muestreados (Sparre y Venema, 1998). Su

estimación es esencial para la evaluación de pesquerías y programas de monitoreo ambiental. Se parte asumiendo que la especie tiene un crecimiento isométrico.

**Parámetros de crecimiento de von Bertalanffy.**- La expresión de von Bertalanffy es la que mejor expresa el crecimiento de un pez y está definida como:

$$L_t = L_\infty (1 - e^{-k(t-t_0)})$$

donde:

$L_t$  = talla en un tiempo determinado.

$L_\infty$  = longitud máxima asintótica

$k$  = constante de crecimiento

$t_0$  = edad cuando hipotéticamente el pez tiene longitud “cero” o época de nacimiento.

Puede determinarse directamente por lectura de partes duras en peces (escamas, otolitos, vértebras) o por métodos indirectos como el de captura, marcado y recaptura o por análisis de frecuencia de longitudes mediante, por ejemplo, paquetes de computadora, como ELEFAN incluido en el paquete FISAT II.

**Tasa de mortalidad natural (M), por pesca (F) y total (Z).**- La estimación de los parámetros de crecimiento son de utilidad para estimar las tasas de mortalidad total (Z), mortalidad natural (M) y mortalidad por pesca (F), utilizando el mismo paquete estadístico en FISAT II.

La mortalidad expresa la disminución de una clase de edad o stock en general, en el tiempo (Beverton y Holt, 1959, citado por Espino et al. 2008). Para evaluar el parámetro de mortalidad total (Z) se puede utilizar el método de curva de captura linealizada basado en composición por edad (Ricker, 1975; Sparre y Venema, 1998). El gráfico considera el incremento anual en talla de los peces contra

la edad, la parte derecha de la curva es una pendiente que representa sobrevivencia de los peces de un año a otro, cuanto menos pronunciada sea la pendiente, mayor es la sobrevivencia (Espino et al. 2008). La mortalidad natural puede obtenerse por una serie de ecuaciones empíricas, la más empleada es la de Pauly (1983) que se basa en la relación lineal entre los parámetros de crecimiento  $L_{\infty}$ ,  $K$  y la temperatura media anual ( $T^{\circ}\text{C}$ ) del agua de la zona. La base es fisiológica y demuestra que el ambiente influye en la velocidad del metabolismo. En ambientes de mayor temperatura, el metabolismo es más rápido por lo que el depredador debe alimentarse más seguido, causando una mayor mortalidad a las especies depredadas (Espino et al. 2008). La mortalidad por pesca se obtiene por diferencia de la  $Z$  y  $M$ , esto debido a que una ventaja de las tasas instantáneas consiste en que pueden ser sumadas o restadas. En consecuencia, se tiene que  $Z=F+M$ , de lo cual se concluye que cuando  $F=0$ , entonces  $Z=M$ , lo que indica que las mortalidades total y natural son similares cuando no hay pesca o es un recurso no explotado (Pauly, 1983).

**Tasa de explotación.-** La tasa de explotación se estima a partir de los valores de mortalidad por pesca ( $F$ ) y mortalidad natural ( $M$ ). Indica el nivel de explotación del recurso y un posible exceso de pesca en términos de esfuerzo aplicado. Si el nivel de explotación de la especie está muy próximo o excede el punto de referencia límite ( $E=0,5$ ), significa que se está extrayendo el 50% de la biomasa existente (Gulland, 1983, citado por Espino et al. 2008), valores superiores indican sobre explotación. De acuerdo con este autor la tasa de explotación óptima debe ser  $E=0,33$ , situación donde  $F = M$  (Espino et al. 2008).

El disponer de información sobre el ecosistema, la estructura poblacional y de sus cambios, crecimiento y reproducción de los recursos explotados son claves para lograr un manejo responsable y sustentable.

**La cuenca amazónica y la riqueza de peces.-** La cuenca amazónica, con 7 350 621 km<sup>2</sup>, es un ecosistema complejo donde existe una gran diversidad de especies de flora y fauna, considerada como una de las regiones de mayor diversidad en el planeta, estimándose la existencia de 2500 a 3000 especies de peces por Goulding (1980); Junk y Soares (2001) hasta 8000 especies por Vari y Marlabarba et al.,1998 (referenciado por Bartem y Fabr e, 2004). Esta riqueza en especies puede ser explicada por el tamaño de la cuenca, la gran diversidad de hábitats, alta tasa de especiación de diferentes grupos y baja tasa de extinción como resultado de un clima tropical más estable y que ha persistido por prolongados periodos geológicos (Junk y Soares, 2001) y que ameritan acciones de protección de las cuencas y de las especies que las habitan (Jézéquel et al. 2020). Los estudios en Perú indican que la amazonia peruana es una zona rica en diversidad y abundancia de peces, habiéndose registrado más de 800 especies (Ortega et al., 2012), registros que continúan incrementándose en la medida que más ambientes son explorados.

**La pesquería.-** A nivel mundial, las poblaciones de peces marinos y continentales muestran una disminución luego de haber alcanzado su máxima producción. A pesar que las principales pesquerías siguen produciendo un rendimiento sostenible, algunas ya han sido sobre pescadas y otras parece estar dirigiéndose igualmente al agotamiento (Hilborn *et.al*, 2003, Espino E, Gonzalez A, Santana H y Gonzalez H., 2008). En aguas continentales amazónicas, los estudios

son más complejos y escasos y la sobrepesca no es claramente reconocible debido a que el ecosistema tiene varias presiones o impactos a los que se adiciona el hecho que la sobre explotación de una pesquería puede no estar marcada por la disminución del rendimiento total (Allan et al., 2005). En la amazonia, la pesca es una de las actividades de mayor importancia para la satisfacción de las necesidades alimenticias de la población. Además de ser generadora de ingresos económicos y fuente de trabajo, el recurso íctico ofrece además beneficios ambientales mediante reciclaje de nutrientes (Lasso, Morales-Betancourt, Agudelo, Ramírez-Gil y Ajiaco-Martínez, 2011; Agudelo, 2015).

**Los recursos icticos y la pesca en amazonia.-** La pesca se sustenta en una gran diversidad de especies (multiespecífica). Los órdenes más importantes son los Characiformes, conocidos como “peces de escamas” y Siluriformes como “peces de cuero” (Ortega et al., 2012). En la amazonia, la composición por especies en los desembarques, en el transcurso de los años, ha evidenciado un reemplazo de especies de gran tamaño por especies de menor talla (García et al, 2010; Ortega et al, 2012, De Jesus y Kohler, 2004; García, Tello, Vargas y Duponchelle, 2009; Pinedo y Soria, 2008), que reflejaría un cambio en la estructura de las comunidades de peces en su ambiente natural y una posible sobreexplotación. Esta situación se genera principalmente por el incremento de tres presiones estrechamente relacionadas: la densidad poblacional, la demanda de pescado y el esfuerzo de pesca, a las que debe de adicionarse el efecto combinado con otras presiones de pesca al ecosistema, la escasa información técnica y científica que permita gestionar la pesca (Cerdenares-Ladrón de Guevara et al. 2014; Bayley y Petrere, 1989) y los limitados recursos para cumplir las acciones de control, seguimiento y

vigilancia pesquera. La producción pesquera se caracteriza por una estacionalidad definida por el ciclo hidrológico o pulsos de inundación, ocasionados por las variaciones en el patrón de precipitaciones en la cuenca (Gonçalves, 2018; Goulding, 1981; Goulding, Cañas, Barthem, Fosberg y Ortega, 2003). La pesca comercial se sustenta principalmente en unas decenas de grupos de especies comerciales, de las cuales diez logran más del 80% de los registros en peso desembarcados.

**Los recursos y los pulsos de inundación.-** Muchas de las especies de peces han sincronizado sus mecanismos fisiológicos, ecológicos y etológicos de la reproducción, crecimiento y comportamiento migratorio, con variables ambientales que, en el caso de la amazonia, son los pulsos de inundación los de mayor relevancia. De esta manera la actividad reproductiva, el crecimiento y las migraciones o “mijanos” se hallan íntimamente asociados a los cambios en el medio. El pulso de inundación es considerado así la principal fuerza que influye en la distribución y densidad poblacional de los peces, regulando las estrategias reproductivas y alimentarias que les permita adaptarse a las condiciones ambientales (Lowe-MCCConnell, 1975; Welcomme, 1979; Rufino e Isaac, 1995; Goulding, 1980, Barletta et al. 2010). Estos ciclos repercuten en las actividades de pesca y los desembarques.

En Ucayali, la curva del ciclo hidrológico es monomodal, con meses de máximos niveles del río o creciente (enero-marzo) en verano; meses de transición a vaciante (abril-junio) en otoño; meses de vaciante o de mínimos niveles del río (julio-setiembre) en invierno y meses de transición a creciente (octubre-diciembre)



en primavera, siendo las capturas, reflejadas en los desembarques registrados, altas en la temporada de julio-setiembre y bajas en enero-marzo (Riofrio, 2002).

## **1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1 Problema general**

¿Cuáles son las características de la biología reproductiva, crecimiento, estado de explotación y tallas desembarcadas de “bagre” (*Pimelodus blochii*) de la cuenca del río Ucayali?

### **1.2.2 Problemas específicos**

¿Cuál es la época de reproducción de bagre (*Pimelodus blochii*) de la cuenca del río Ucayali?

¿Cuál es la proporción por sexos de “bagre” (*Pimelodus blochii*) de la cuenca del río Ucayali?

¿Cuál es la talla de primera madurez de “bagre” (*Pimelodus blochii*) de la cuenca del río Ucayali?

¿Cuáles son los valores de las constantes de crecimiento de von Bertalanffy de “bagre” (*Pimelodus blochii*) de la cuenca del río Ucayali?

¿En qué estado de explotación se halla “bagre” (*Pimelodus blochii*) de la cuenca del río Ucayali?

¿Cuáles son las tallas desembarcadas de “bagre” (*Pimelodus blochii*) y en cuales incide más la pesquería?

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 General

Determinar las características reproductivas (época de reproducción, proporción por sexos y talla de primera madurez), crecimiento ( $L_{\infty}$ ,  $k$  y  $t_0$ ), estado de explotación ( $E$ ) y tallas desembarcadas de bagre de la cuenca del río Ucayali.

### 1.3.2 Específicos

Determinar la época de reproducción de “bagre” (*Pimelodus blochii*) de la cuenca del río Ucayali.

Determinar la proporción por sexos de “bagre” (*Pimelodus blochii*) de la cuenca del río Ucayali

Determinar la talla de primera madurez de “bagre” (*Pimelodus blochii*) de la cuenca del río Ucayali.

Estimar las constantes de crecimiento de von Bertalanffy de “bagre” (*Pimelodus blochii*) de la cuenca del río Ucayali.

Determinar el estado de explotación de “bagre” (*Pimelodus blochii*) de la cuenca del río Ucayali.

Determinar las tallas desembarcadas de bagre y la talla en la que más incide la pesquería.

## 1.4 HIPÓTESIS

Se emplearán dos pruebas de hipótesis:

No paramétrica para analizar la proporción sexual por el uso de Chi cuadrado:

$H_0$  = La proporción por sexos de bagre corresponde a la proporción teórica 1M:1H.

Paramétrica por el uso de t-Student, para el estudio del tipo de crecimiento siendo la  $H_0$  que corresponde a un crecimiento isométrico ( $b=3$ ):

$H_0$  = El crecimiento de “bagre” es isométrico ( $b=3$ ).

## 1.5 VARIABLES

Las variables dependen del objetivo específico, así:

La variable independiente será el tiempo (meses, años) vs las variables dependientes: % de estadios de madurez, proporción por sexos e IGS para los aspectos reproductivos;

La variable independiente será la Longitud vs la proporción de ejemplares maduros, para la talla de primera madurez en machos y hembras;

La variable independiente será la talla vs el peso para la relación longitud peso y

La variable independiente será la edad estimada vs el logaritmo del incremento en longitud en el tiempo  $t$  de la especie *Pimelodus blochii* para la estimación de la mortalidad total.

## 1.6 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

En Ucayali se desarrolla una actividad de pesca comercial artesanal con limitados conocimientos de la biología y pesquería de los recursos explotados más importantes. La presión de pesca se halla en incremento debido a la alta demanda

de pescado, pero si este esfuerzo no es controlado y normado, conllevará a una pesca no sustentable y al agotamiento de las pesquerías más importantes, por tanto el conocimiento de los aspectos biológicos de reproducción, crecimiento y mortalidad de la especie son de gran importancia para su ordenamiento mediante medidas de manejo (vedas reproductivas, establecimiento de talla mínima de captura, entre otras).

Con la investigación de estos aspectos en la especie *Pimelodus blochii* “bagre”, se incrementa el conocimiento de la especie y contribuye a sentar las bases para su manejo pesquero y al desarrollo de una pesca responsable. Los resultados permiten proponer las medidas de ordenamiento más adecuadas para la conservación del recurso.

## **1.7 VIABILIDAD**

El trabajo fue viable ya que se dispone de series de tiempo de muestreos biológicos mensuales y registros biométricos de 2013 a 2018, complementado con información de 2019 y de metodología para el análisis.

## **1.8 LIMITACIONES**

Las limitaciones que se hallaron para la ejecución del estudio fueron: a) Escasa información sobre la especie y los aspectos tratados en el presente estudio a nivel Internacional, Nacional y Regional. Las publicaciones Regionales no se hallaron en artículos científicos sino como informes poco detallados, b) Dificultades

para observar y obtener registros del material biológico en los desembarcaderos, ya que los desembarques en los últimos años se realizan desde las 04:00 hr, lo cual se superó con adquisición del material para ser analizado en laboratorio, además al ser la pesca azarosa no es posible tener la certeza de la ocurrencia en los desembarques de la especie el día de visita.

## CAPITULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 Materiales

Biológico: *Pimelodus blochii* “bagre”

Infraestructura:

Laboratorio húmedo para muestreos biológicos.

Materiales, Instrumentos y Equipos:

Ictiómetro con 0,5 cm de precisión.

Balanza analítica de 0,1 g de precisión.

Balanza analítica de 0,01 g de precisión.

Formatos para toma y registro de información.

Materiales de limpieza.

Materiales de escritorio: lápices, lapiceros, papel bond.

PC de escritorio o laptop.

Memoria extraíble de 60 Gb para almacenamiento de datos.

Software:

Programa MS Office 2010 (Word, Excel y Power Point).

Programa CurvExpert.

Programa Surfer

Programa FISAT II.

Programa SPSS.

## 2.2 Definiciones conceptuales

**Esfuerzo de pesca.-** Representa la magnitud total de la actividad pesquera en la zona de pesca durante un período de tiempo determinado, expresado muchas veces para un tipo específico de arte, como el número de horas diarias de arrastre, el número de anzuelos lanzados en un día o el número de veces que se cobra una red de cerco, por día. Muchas veces el esfuerzo de pesca se mediría como el producto de: i) el tiempo total dedicado a la pesca; y ii) la cantidad de artes de pesca de un tipo determinado utilizados en la zona de pesca durante una unidad de tiempo dada (FAO, 2003)

**Especie objetivo.-** Son las especies que mayor interés tienen para los pescadores en una pesquería determinada. Son el objeto hacia el cual se orienta el esfuerzo de pesca. Pueden existir especies objetivo primarias y secundarias (FAO, 2003). También puede entenderse como la especie para la cual las autoridades del sector pesquero han extendido un permiso, autorización o concesión, considerando que tiene potencial como recurso susceptible de ser aprovechado, sin exceder el esfuerzo pesquero que la puede hacer sostenible (Espino et al. 2008).

**Mortalidad causada por la pesca.-** Proporción de peces capturados por efecto de la actividad pesquera en una unidad de tiempo reducida. Por ejemplo, una tasa de mortalidad de 0,2 significa que aproximadamente 20 por ciento de la población media quedará eliminada en un período de un año como consecuencia de la pesca. La mortalidad causada por la pesca se puede traducir en un índice de explotación anual expresado como porcentaje, empleando una fórmula matemática (FAO, 2003).

**Pesquería.-** El término puede hacer referencia a la suma de todas las actividades de pesca de un determinado recurso, por ejemplo, “boquichico”, “bagre”, “llambina”, o a las actividades de un único tipo o método de pesca de un recurso, por ejemplo, la pesca con redes de cerco, arrastre, etc. (FAO, 2003)

**Curva de captura.-** Gráfico del logaritmo de la captura en número de peces, representado en función de la edad de los peces. Suponiendo condiciones de equilibrio, la parte descendente de la curva de captura puede usarse para estimar la mortalidad total

(<https://www.iccat.int/Documents/SCRS/Other/glosario.pdf>).

**Edad de madurez.-** Edad a la cual el 50% de los peces de un sexo determinado se consideran maduros para la reproducción

(<https://www.iccat.int/Documents/SCRS/Other/glosario.pdf>).

**Inmaduros.-** Se refiere a peces cuya talla es inferior al límite de talla mínima que establecen las regulaciones

(<https://www.iccat.int/Documents/SCRS/Other/glosario.pdf>).

**Longitud asintótica ( $L_{\infty}$ ).-** Talla máxima que peces de una especie determinada alcanzarían como promedio si viviesen eternamente. En ocasiones se confunde con la talla máxima observada en la especie.

(<https://www.iccat.int/Documents/SCRS/Other/glosario.pdf>).

**Madurez.-** Se refiere a la aptitud, en general, de un pez de una determinada edad o talla para reproducirse. La información sobre madurez, en forma de porcentaje de madurez por edad o talla, se usa con frecuencia para calcular el potencial reproductor (<https://www.iccat.int/Documents/SCRS/Other/glosario.pdf>).



**Ratio o Tasa de explotación.-** La proporción de peces capturados en relación con la mortalidad total ( $=F/Z$ ). Proporción de una población a principios de un determinado período que se pesca durante dicho período (se suele expresar en años) (<https://www.iccat.int/Documents/SCRS/Other/glosario.pdf>).

**Reproductores.-** Se refiere a peces que han alcanzado la madurez reproductiva (<https://www.iccat.int/Documents/SCRS/Other/glosario.pdf>).

**Sobrepesca o sobreexplotado.-** El término significa en general, que la mortalidad por pesca ejercida sobre el stock es “demasiado alta”. En muchos foros pesqueros el término se aplica cuando se estima que  $F$  está por encima de un punto de referencia biológico límite que sirve de señal para definir la “sobrepesca. También se puede definir como el grado de explotación que supera el límite de lo que se considera sostenible en el largo plazo y más allá del cual existe un límite no deseable de desaparición o decaimiento (FAO, 2003).

**Sobrepesca de crecimiento.-** Se produce cuando la tasa de mortalidad por pesca es superior a  $F_{max}$ . Significa que el pez se ha capturado antes de haber alcanzado su talla máxima potencial. (Pauly, 1983).

**Sobrepesca de reclutamiento.-** La tasa de pesca por encima de la cual el reclutamiento al stock susceptible de explotación queda reducido de forma sustancial. Esto se caracteriza por un stock reproductor muy reducido, un descenso en la proporción de peces más viejos en la captura y en general, por un reclutamiento muy bajo año tras año. La sobrepesca de reclutamiento puede conducir al colapso del stock

(<https://www.iccat.int/Documents/SCRS/Other/glosario.pdf>).

**Talla mínima.-** Es un control disponible para los gestores, destinado a minimizar las capturas de peces pequeños. 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 (<https://www.iccat.int/Documents/SCRS/Other/glosario.pdf>).

**Tasa de crecimiento.-** (1) Tasa intrínseca de crecimiento: Es un valor que cuantifica el posible crecimiento de una población entre períodos de tiempo sucesivos. La tasa intrínseca de crecimiento se estima con frecuencia por medio de modelos de producción y desempeña un importante papel en la evaluación de la posibilidad de sostener diferentes niveles de captura. (2) Tasa de crecimiento individual: Es un valor que cuantifica la velocidad media del crecimiento individual en la población, en tamaño o en peso

(<https://www.iccat.int/Documents/SCRS/Other/glosario.pdf>).

**Tasa de Mortalidad Total (Z).-** Es la suma de las tasas de mortalidad natural y mortalidad por pesca.

(<https://www.iccat.int/Documents/SCRS/Other/glosario.pdf>).

**Tasa de mortalidad natural (M).-** La mortalidad natural se relaciona con todas las causas posibles de muertes exceptuando la pesca (por ejemplo, predación, enfermedad, canibalismo y, tal vez, una degradación del medio, como puede ser la contaminación). Todas estas causas de muerte se suelen agrupar ya que resulta difícil hacer una clasificación cuantitativa de las mismas. La mortalidad

natural es de difícil estimación y se puede obtener por uno o varios métodos que se basan en las características del ciclo vital, tales como la longevidad, por análisis de la curva de captura y variables ambientales usando modelos empíricos entre otros (Cubillos y Araya, 2007). Asimismo, se supone que los valores de M permanecen constantes en el tiempo para todas las edades.

<https://www.iccat.int/Documents/SCRS/Other/glosario.pdf>.

## **2.3 Métodos**

### **2.3.1. Área de estudio**

Los ejemplares de "bagre" (*Pimelodus blochii*) se obtuvieron en los principales desembarcaderos de Pucallpa y Yarinacocha entre los años 2013 y 2019 y provinieron de diferentes lugares de pesca en el alto y bajo Ucayali (Figura 3).

En las muestras estuvieron representadas todas las subcuencas del río Ucayali dentro del departamento de Ucayali. Otros lugares de pesca de la cuenca del río Ucayali y que se ubicaron en el departamento de Loreto también estuvieron representados en los muestreos: Tiruntán, Pisqui, Contamana, Orellana, entre otros.

La especie es capturada con redes de cerco sin jareta, conocidas como "honderas", agalleras o "tramperas", de arrastre o "rastreras" y anzuelos.



Una sub muestra mensual de 10 ejemplares por rango de talla es utilizada para los estudios de relación longitud – peso y reproducción, considerándose de cada ejemplar: la Longitud Total (LT-cm), Longitud Horquilla (LH-cm), Longitud Estándar (LE-cm), con una precisión de 0,5 cm; Peso Total (PT-g), Peso Eviscerado (PEv-g) con precisión de 0,1 g., Peso de la gónada (P.gón-g) con precisión de 0,01 g, Sexo (S) y Estadio de Madurez gonadal (EM). Los estadios de madurez fueron definidos por una escala macroscópica de 5 estadios adaptada a bagre.

En el caso de las hembras, se registraron los estadios iniciales como virginales e inactivos, adjudicándoles los EI y EII respectivamente, los madurantes como EIII (fase inicial y avanzada); como EIV o en desove, cuando a ligera presión expulsa los gametos y como EV o desovado, siendo la gónada flácida de color rojo vinoso y en algunos casos presencia de algunos gametos; en el caso de machos el estadio I correspondió a virginales, estadio II a inactivos, estadio III en maduración, estadio IV en espermiación y el V post espermiación.

La información se registró en los formatos I y II (ver Anexos).

### **2.3.3 Aspectos reproductivos**

#### **2.3.3.1 Época de Reproducción**

Para la determinación del periodo reproductivo se utilizó el método cualitativo (progresión de los estadios de madurez gonadal, expresado porcentualmente) y el método cuantitativo (evolución mensual del Índice Gonadosomático). Se utilizó una escala visual adaptada a "bagre" de cinco estadios. En el caso de las hembras, se registraron los estadios iniciales como virginales e inactivos, adjudicándoles los EI

y EII respectivamente, los madurantes como EIII (fase inicial y avanzada); desove como EIV, cuando a ligera presión expulsa los gametos y desovado como EV, siendo la gónada flácida de color rojo vinoso y en algunos casos presencia de algunos gametos; en el caso de machos el estadio I correspondió a virginales, estadio II a inactivos, estadio III en maduración, estadio IV en espermiación y el V post espermiación. La información se registró en el formato II (ver Anexos). En ambos casos, una vez acontecida la reproducción los ejemplares ingresan al estadio II para iniciar un nuevo ciclo reproductivo.

Los datos fueron expresados en porcentajes del número de ejemplares por estadio de madurez y se asoció al patrón de los niveles medios del río Ucayali en base a la información de la Dirección de Transporte Acuático de Ucayali para determinar el mes de inicio de la madurez (Estadio III) y el periodo de freza en caso de hembras y espermiación en machos. Se consideran cuatro fases del ciclo hidrológico del río Ucayali: creciente (enero-marzo); transición a vaciante (abril-junio); vaciante (julio-setiembre) y transición a creciente (octubre-diciembre) (Figura 4).

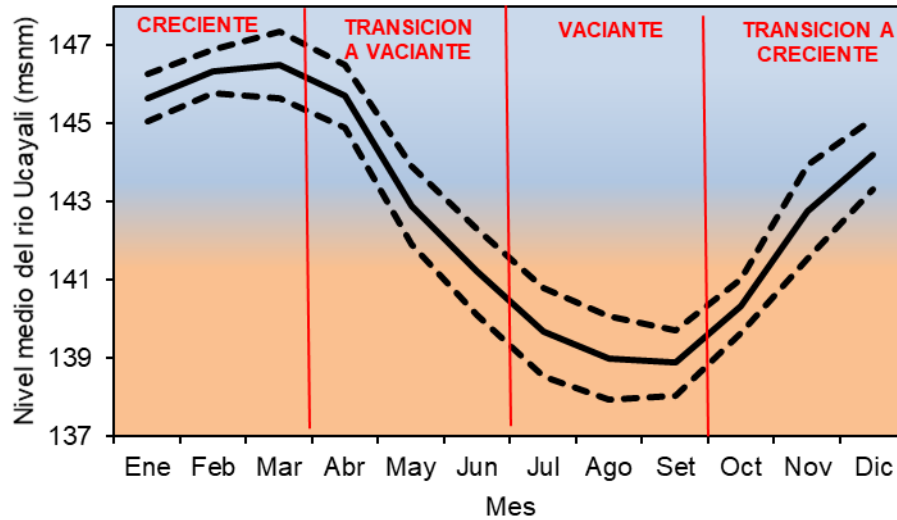


Figura 4. Ciclo hidrológico del río Ucayali.

### 2.3.3.2 Proporción por sexos

En base a la información de los estadios de madurez, se elaboró una tabla agrupando machos y hembras por mes y por año. La proporción por sexos asume la relación 1M:1H como la teórica y se contrastó con la prueba de Chi cuadrado para determinar diferencias significativas ( $p=0,05$ , cuyo valor con 1 gL=3,84). El contraste se realizó por mes y por año.

La hipótesis es  $H_0$ = la proporción por sexos es 1M:1H

y la prueba de contraste empleada es la de Chi cuadrado ( $\chi^2$ ):

$$\chi^2 = \sum (o-e)^2/e$$

donde:

$\chi^2$  = Chi cuadrado

o= frecuencia observada

e = frecuencia esperada

### 2.3.3.3 Talla promedio de Primera Madurez

La talla de primera madurez se analizó para cada sexo graficando la curva en base al porcentaje por clase de talla de los individuos maduros (estadios III a V), durante el periodo reproductivo, ajustándose los datos de la curva sigmoidea a la ecuación logística:

$$P=1/(1+e^{(\alpha-\beta L)}),$$

donde:

P=Proporción estimada de individuos maduros por clase de talla (agrupados los datos en intervalos de 1 cm) y L=marca de clase del intervalo de talla. Las constantes “ $\alpha$ ” y “ $\beta$ ” se obtendrán por regresión lineal

$$\ln (1/P) - 1 = \alpha - \beta L$$

obteniendo la longitud media de los individuos activos mediante la ecuación:

$$L_{50} = \alpha / \beta$$

Las tallas desembarcadas anualmente son contrastadas con la TPM estimada y así determinar el impacto de la pesca en la población de “bagre”.



### **2.3.4 Crecimiento**

Los datos de frecuencia de longitudes se agruparon en intervalos de 1 cm para los análisis siguientes de crecimiento.

#### **2.3.4.1 Tipo de crecimiento**

El tipo de crecimiento se definió por el exponente (b) de la relación Longitud-Peso, por la ecuación de potencia  $PT = a LT^b$  probándose la hipótesis de isometría, cuando el exponente  $b=3$ . Para ello se linealizó la ecuación de potencia por el uso de logaritmos como:  $\log PT = \log a + b \log LT$ , estimándose las constantes "a" (intercepto) y "b" (pendiente) por regresión lineal. Se utilizó la prueba de t para determinar si existen diferencias significativas de  $b=3$ . La hipótesis nula planteada es:

$H_0 =$  el crecimiento es isométrico siendo  $b=3$

La prueba de contraste fue la prueba de t.

#### **2.3.4.2 Curva de crecimiento (Parámetros de crecimiento de von Bertalanffy)**

Los datos de frecuencia de longitudes de "bagre" (*Pimelodus blochii*) obtenidos a través de muestreos mensuales realizados por el programa de Seguimiento de Pesquerías Amazónicas del Instituto del Mar del Perú en el periodo 2013-2019 y registradas en una base de datos en intervalos de 0,5 cm. se agruparon al centímetro y se elaboraron los histogramas de frecuencias de longitudes, estimándose los estadísticos descriptivos con el programa computacional Excel de

Microsoft Office (Longitud mínima, máxima, promedio, desviación estándar y coeficiente de variación).

Esta información mensual (para cada año), se introdujo en FISAT II y se procesó por medio de la rutina de ELEFAN (Análisis Electrónico de Frecuencias de Longitudes) (Gayanilo, Sparre y Pauly. 2005).

La longitud máxima reportada de “bagre” en los desembarques de todo el periodo de estudio se utilizó para obtener un primer estimado de la longitud asintótica por medio de la fórmula de Pauly (1983) ( $L_{max}/0,95$ ) y que sirvió además de entrada en la rutina ELEFAN I de FISAT II para obtener el mejor par de valores de  $L_{\infty}$  y  $K$  en base al mayor valor de  $R_n$ , ajustados a la fórmula de Von Bertalanffy:

$$L_t = L_{\infty} (1 - e^{-k(t-t_0)})$$

donde:

$L_t$  Es la talla del pez en la edad  $t$

$L_{\infty}$  Longitud asintótica, que es la longitud media que un pez de stock dado alcanzaría si creciera indefinidamente

$K$  Tasa de crecimiento o rapidez con la que el pez alcanza la talla asintótica

$t_0$  Es la edad en la que el pez tiene talla 0

Con estos estimados de  $L_{\infty}$  y  $K$  se procedió a calcular el valor de  $t_0$  mediante la ecuación de Pauly (1983):

$$\text{Log} (-t_0) = -0,3922 - 0,22752 \log L_{\infty} - 1,038 \log K.$$

Y se estimó  $\emptyset'$  de acuerdo a la ecuación de Pauly (1983):

$$\emptyset = \log K + 2 \log L_{\infty}$$

El mes de mayor intensidad de la fresa se utilizó para ajustar la curva de crecimiento de von Bertalanffy.

### **2.3.5 Mortalidad y Tasa de Explotación**

#### **2.3.5.1 Mortalidad Total**

La tasa instantánea de Mortalidad Total (Z) fue estimada mediante el análisis de la curva de captura a partir de datos de frecuencia de longitud, descrito por Pauly (1983).

#### **2.3.5.2 Mortalidad Natural**

Se estimó la Tasa instantánea de Mortalidad Natural (M) empleando la ecuación empírica de Pauly (1983):

$$\text{Log}_{10} M = -0.0066 - 0.279 \cdot \log_{10}(L_{\infty}) + 0.6543 \cdot \log_{10}(K) + 0.4634 \cdot \log_{10}(T)$$

donde M es la mortalidad natural de un stock dado,  $L_{\infty}$  y K son los parámetros de la función de crecimiento de Von Bertalanffy y T es la temperatura media anual estimada del río. La temperatura promedio del río Ucayali empleada fue de 28,3°C, de acuerdo a los datos de prospecciones pesqueras realizados por IMARPE entre los años 2013 y 2019.

El valor obtenido de M, de acuerdo a lo recomendado por Pauly (1983) para especies que forman cardumen, se multiplicó por el factor 0,8.

### **2.3.5.3 Mortalidad por Pesca**

La tasa instantánea de Mortalidad por Pesca (F) se determinó sustrayendo la tasa de mortalidad natural (M) de la tasa de mortalidad total (Z):

$$F = Z - M$$

### **2.3.6 Tasa de Explotación**

La tasa de explotación (E) mediante la relación:

$$E = F / Z = F / F+M$$

Considerando que el valor de 0,5 define el estado de explotación como sub explotado si es inferior, en plena explotación si es 0,5 o sobreexplotado si es superior.

### **2.3.7 Impacto de la pesca en la población de "bagre"**

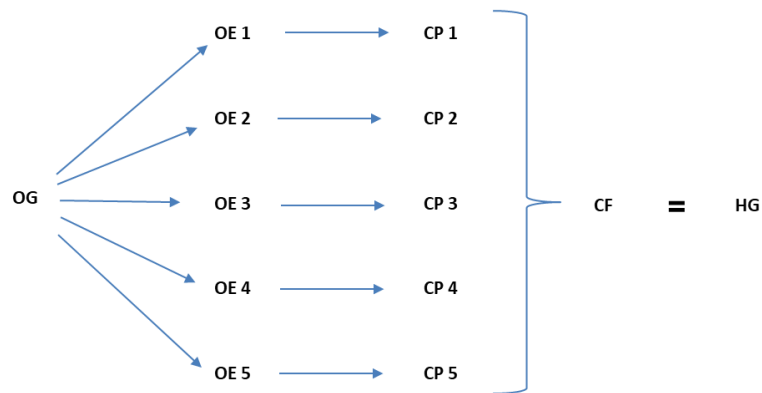
Las tallas desembarcadas anualmente son contrastadas con la TPM estimada y así determinar el porcentaje de individuos inferior a la TPM explicándose como impactos sobre la fracción inmadura de la población de "bagre".

## 2.4 Tipo de investigación

De acuerdo a Hernández, Fernández y Baptista (2014), la investigación es exploratoria, descriptiva y correlacional. El tipo de diseño de la investigación es no experimental, ya que se usarán datos históricos de desembarque de tallas y características reproductivas y por otro lado las variables no serán modificadas, sino analizadas mediante métodos y técnicas para la estimación de parámetros poblacionales.

## 2.5 Diseño y esquema de investigación

El diseño de la investigación fue por Objetivos, de acuerdo al siguiente esquema:



donde:

OG = Objetivo General; OEn = Objetivos específicos; CPn = Conclusión parcial del OEn;

CF = Conclusión final y HG = Hipótesis General.

## **2.6 Población y muestra**

La población de estudio fue la especie “bagre” (*Pimelodus blochii*) registrada en los desembarcaderos de Pucallpa y Yarinacocha, proveniente de la cuenca del río Ucayali. De acuerdo a Gulland y Rosemberg (1992) se recomienda medir por lo menos 120 ejemplares por mes para los trabajos biométricos. De esta muestra se obtiene una submuestra en lo posible de 10 ejemplares por rango de tallas para los estudios sobre reproducción (proporción sexual, época de reproducción y talla de primera madurez).

## **2.7 Instrumentos de recolección de datos**

Los instrumentos utilizados en el estudio fueron: Ictiómetro de aluminio de 60 cm, con graduación de 0,5 cm para datos biométricos y muestreos biológicos.

Balanzas eléctricas OHAUS (de 6 kg de capacidad y sensibilidad de 0,1 g y 2 kg y sensibilidad de 0,01 g) para muestreos biológicos (Peso total, eviscerado, peso de gónada).

Formatos para registro de información biométrica y de muestreos biológicos.

Cámara digital, para registros fotográficos.

## **2.8 Técnicas de recojo, procesamiento y presentación de datos**

Toda la información se digitó en Excel 2010 y fueron procesados en programas informáticos especializados de acuerdo a los objetivos específicos del estudio

Para los objetivos sobre condición reproductiva se realizaron muestreos biológicos mensuales, información que fue registrada en el formato 2 (Anexo). Se utilizó el programa Excel para las estadísticas descriptivas y estudios de época de reproducción y proporción sexual y Curvexpert para definir la talla de primera madurez ( $L_{50}$ ) de la especie.

Para la determinación de los parámetros de crecimiento se utilizó información de series históricas de registros biométricos en los desembarques de bagre (2013-2019) del programa de seguimiento de las principales pesquerías amazónicas de IMARPE, con la finalidad de ser analizados en el presente estudio. Los registros se realizaron en el formato 1 (Anexo 1) tomando una muestra al azar de los desembarques de la especie. Las frecuencias de longitudes se procesaron y analizaron usando la rutina ELEFAN del programa FISAT II. El programa permitió además las estimaciones de las mortalidades (total, natural y por pesca) y la tasa de explotación de la especie.

Información complementaria del estudio, como los lugares de pesca de “bagre” fueron obtenidos mediante entrevistas a los pescadores para luego ser ubicados, con ayuda de pescadores, en un mapa hidrológico de la región Ucayali (1:100000). Se utilizó el programa Surfer para la elaboración del mapa de lugares de pesca. Los resultados se presentaron en Tablas y Figuras.

## CAPITULO III: RESULTADOS

### 3.1 Aspectos reproductivos

#### 3.1.1 Época de reproducción

Fueron analizados 9736 ejemplares, siendo 4768 hembras (49%) y 4968 machos (51%). La progresión de los estadios de madurez gonadal en hembras (Figura 5), muestra que en todo el año se presentan individuos virginales y en inactividad reproductiva. La maduración se inicia en el mes de setiembre (presencia de estadio III) y se hallan activos hasta mayo (ejemplares en Estadio V). El desove se inicia en febrero y culmina en abril, la mayor intensidad se observa en el mes de marzo. Entre marzo y mayo se observan ejemplares desovados. En machos el comportamiento es similar, indicando ser un evento sincrónico con las hembras (Figura 6).

La Figura 7 muestra las variaciones del Índice Gonadosomático de hembras y machos de “bagre”, observándose el incremento del valor hasta el mes de febrero, luego el descenso en marzo, indicando el mes de reproducción de la especie, concordando con la información en base a la observación macroscópica de las gónadas en hembras de la especie. En machos el comportamiento ha sido similar, pero los valores del IGS fueron mucho menores que en las hembras, por lo que al valor del IGS se multiplicó por 10 para poder comparar ambas variaciones en la figura. En ambos casos se observa el periodo de reproducción durante los meses de creciente (enero - marzo) con mayor intensidad en el mes de marzo, cuando los niveles del río son los más altos.



La actividad reproductiva se extiende de setiembre a mayo y el desove de febrero a abril, siendo el mes de marzo el de mayor intensidad de la freza.

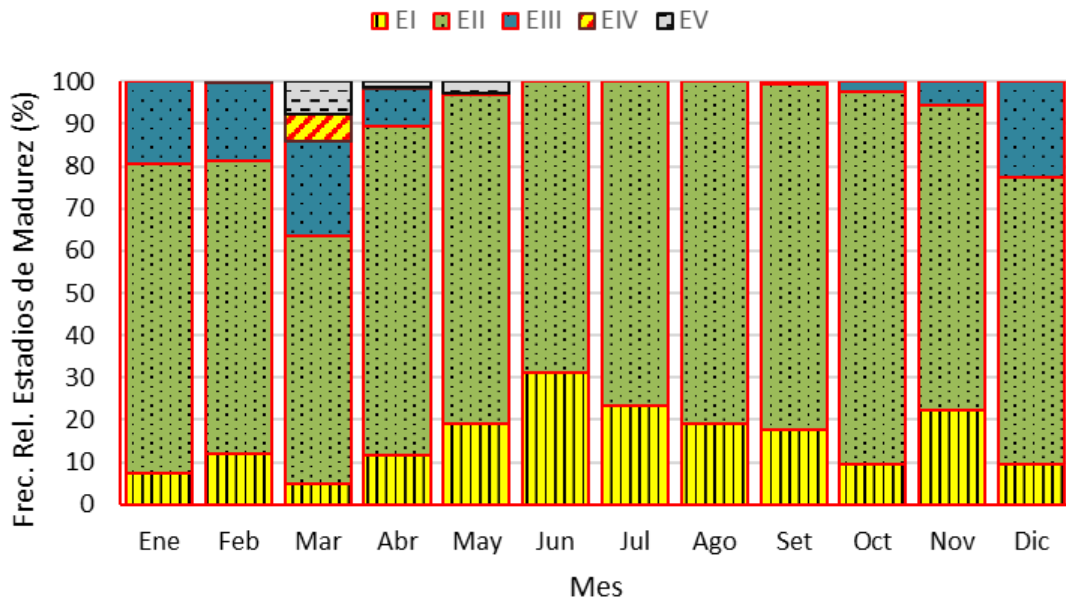


Figura 5. Progresión de los estadios de madurez gonadal de hembras de “bagre” *Pimelodus blochii* (2013 – 2019)

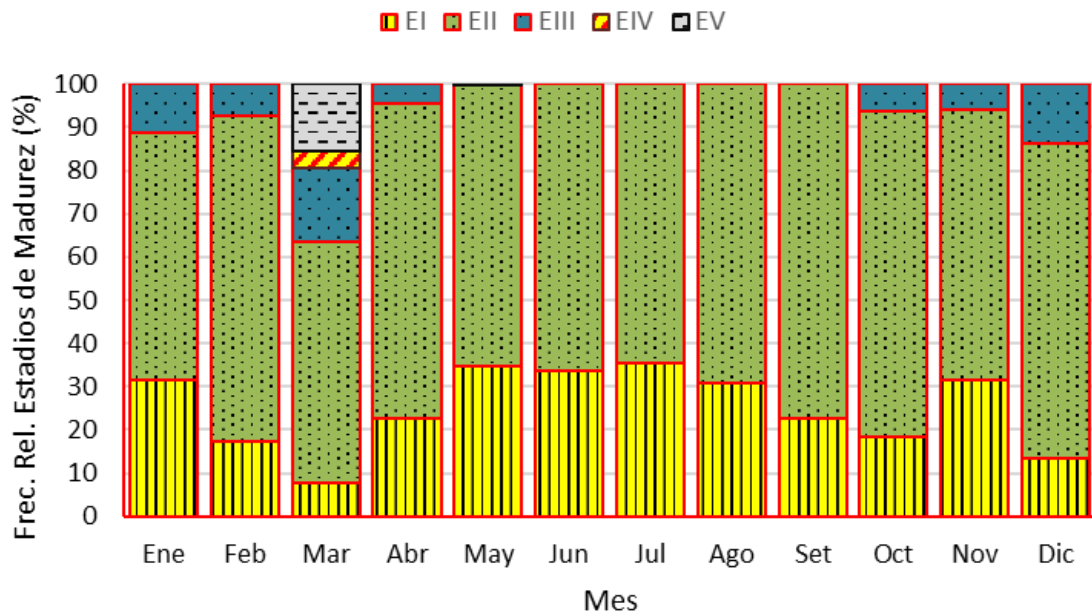


Figura 6. Progresión de los estadios de madurez gonadal de machos de “bagre” *Pimelodus blochii* (2013 – 2019)

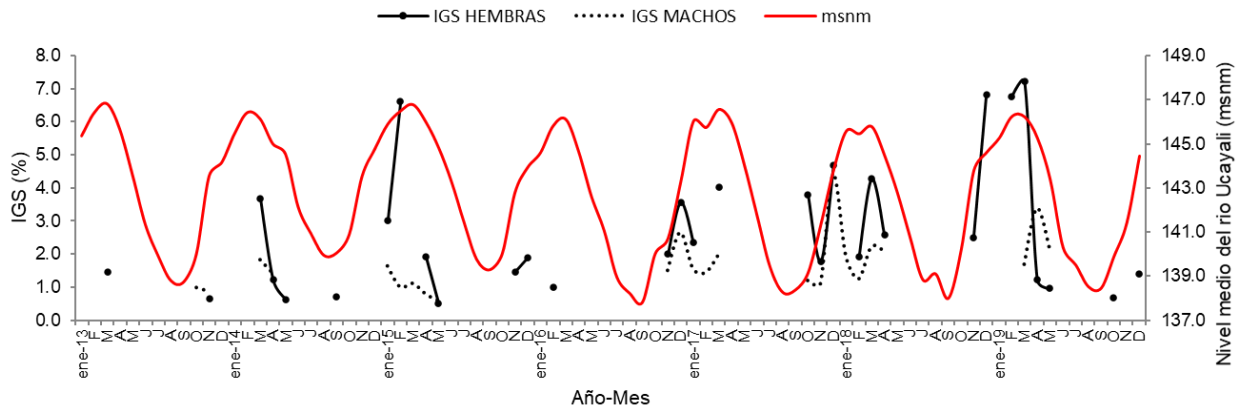


Figura 7. Índice Gonadosomático de “bagre” *Pimelodus blochii* asociado al nivel medio del río Ucayali (2013 – 2019).

### 3.1.2 Proporción por sexos

En todos los años se presentaron meses con proporción sexual significativamente diferente de la proporción teórica de 1M:1H. El año 2019 se presentaron 4 meses con diferencias significativas de la relación teórica y los años 2013 y 2016 solo presentaron un mes con estas diferencias. De 79 meses analizados en todo el periodo, 63 se ajustaron a la proporción teórica y 16 presentaron diferencias estadísticamente significativas de la proporción 1M:1H. En general se presentaron 8 meses con predominio de machos y 8 meses con predominio de hembras (Tabla 1). Se puede observar también que los machos dominan en meses de vaciante, en cambio en las otras fases la dominancia es indistintamente de hembras o machos.

Tabla 1. Frecuencias observadas de hembras y machos de “bagre” *Pimelodus blochii*, proporción por sexos y valores de Chi cuadrado ( $\chi^2$ ) por mes (2013-2019). El asterisco indica diferencia significativa ( $p < 0,05$ ).

| Año  | Mes | H   | M   | Total | 1M:XH | $\chi^2$ | sig. | Año       | Mes | H   | M   | Total | 1M:XH | $\chi^2$ | sig. |
|------|-----|-----|-----|-------|-------|----------|------|-----------|-----|-----|-----|-------|-------|----------|------|
| 2013 | Ene |     |     |       |       |          |      | 2016      | Ene | 18  | 22  | 40    | 0.82  | 0.40     |      |
|      | Feb |     |     |       |       |          | Feb  |           | 77  | 80  | 157 | 0.96  | 0.06  |          |      |
|      | Mar | 17  | 8   | 25    | 2.13  | 3.24     | Mar  |           | 40  | 41  | 81  | 0.98  | 0.01  |          |      |
|      | Abr | 50  | 40  | 90    | 1.25  | 1.11     | Abr  |           | 65  | 74  | 139 | 0.88  | 0.58  |          |      |
|      | May | 75  | 73  | 148   | 1.03  | 0.03     | May  |           | 78  | 84  | 162 | 0.93  | 0.22  |          |      |
|      | Jun | 111 | 102 | 213   | 1.09  | 0.38     | Jun  |           | 31  | 25  | 56  | 1.24  | 0.64  |          |      |
|      | Jul | 130 | 132 | 262   | 0.98  | 0.02     | Jul  |           | 104 | 117 | 221 | 0.89  | 0.76  |          |      |
|      | Ago | 157 | 164 | 321   | 0.96  | 0.15     | Ago  |           | 106 | 128 | 234 | 0.83  | 2.07  |          |      |
|      | Set | 147 | 152 | 299   | 0.97  | 0.08     | Set  |           | 95  | 163 | 258 | 0.58  | 17.92 | *        |      |
|      | Oct | 126 | 125 | 251   | 1.01  | 0.00     | Oct  |           | 37  | 39  | 76  | 0.95  | 0.05  |          |      |
|      | Nov | 52  | 29  | 81    | 1.79  | 6.53     | *    |           | Nov | 100 | 87  | 187   | 1.15  | 0.90     |      |
|      | Dic |     |     |       |       |          |      |           | Dic | 120 | 98  | 218   | 1.22  | 2.22     |      |
| 2014 | Ene |     |     |       |       |          |      | 2017      | Ene | 15  | 11  | 26    | 1.36  | 0.62     |      |
|      | Feb |     |     |       |       |          | Feb  |           | 61  | 59  | 120 | 1.03  | 0.03  |          |      |
|      | Mar | 34  | 26  | 60    | 1.31  | 1.07     | Mar  |           | 28  | 17  | 45  | 1.65  | 2.69  |          |      |
|      | Abr | 49  | 29  | 78    | 1.69  | 5.13     | *    |           | Abr | 63  | 34  | 97    | 1.85  | 8.67     | *    |
|      | May | 26  | 53  | 79    | 0.49  | 9.23     | *    |           | May | 67  | 78  | 145   | 0.86  | 0.83     |      |
|      | Jun | 75  | 86  | 161   | 0.87  | 0.75     | Jun  |           | 66  | 87  | 153 | 0.76  | 2.88  |          |      |
|      | Jul | 89  | 96  | 185   | 0.93  | 0.26     | Jul  |           | 53  | 61  | 114 | 0.87  | 0.56  |          |      |
|      | Ago | 70  | 74  | 144   | 0.95  | 0.11     | Ago  |           | 83  | 91  | 174 | 0.91  | 0.37  |          |      |
|      | Set | 119 | 118 | 237   | 1.01  | 0.00     | Set  |           | 82  | 88  | 170 | 0.93  | 0.21  |          |      |
|      | Oct | 68  | 88  | 156   | 0.77  | 2.56     |      |           | Oct | 64  | 75  | 139   | 0.85  | 0.87     |      |
|      | Nov | 76  | 93  | 169   | 0.82  | 1.71     |      |           | Nov | 55  | 81  | 136   | 0.68  | 4.97     | *    |
|      | Dic | 95  | 93  | 188   | 1.02  | 0.02     |      |           | Dic | 36  | 25  | 61    | 1.44  | 1.98     |      |
| 2015 | Ene | 51  | 22  | 73    | 2.32  | 11.52    | *    | 2018      | Ene | 24  | 15  | 39    | 1.60  | 2.08     |      |
|      | Feb | 15  | 17  | 32    | 0.88  | 0.13     | Feb  |           | 38  | 35  | 73  | 1.09  | 0.12  |          |      |
|      | Mar | 61  | 59  | 120   | 1.03  | 0.03     | Mar  |           | 64  | 68  | 132 | 0.94  | 0.12  |          |      |
|      | Abr | 69  | 75  | 144   | 0.92  | 0.25     | Abr  |           | 90  | 76  | 166 | 1.18  | 1.18  |          |      |
|      | May | 70  | 76  | 146   | 0.92  | 0.25     | May  |           | 46  | 46  | 92  | 1.00  | 0.00  |          |      |
|      | Jun | 90  | 93  | 183   | 0.97  | 0.05     | Jun  |           | 95  | 94  | 189 | 1.01  | 0.01  |          |      |
|      | Jul | 95  | 132 | 227   | 0.72  | 6.03     | *    |           | Jul | 83  | 84  | 167   | 0.99  | 0.01     |      |
|      | Ago | 91  | 110 | 201   | 0.83  | 1.80     |      |           | Ago | 43  | 65  | 108   | 0.66  | 4.48     | *    |
|      | Set | 86  | 138 | 224   | 0.62  | 12.07    | *    |           | Set | 60  | 78  | 138   | 0.77  | 2.35     |      |
|      | Oct | 95  | 75  | 170   | 1.27  | 2.35     |      |           | Oct | 45  | 45  | 90    | 1.00  | 0.00     |      |
|      | Nov | 69  | 87  | 156   | 0.79  | 2.08     |      |           | Nov | 38  | 17  | 55    | 2.24  | 8.02     | *    |
|      | Dic | 41  | 46  | 87    | 0.89  | 0.29     |      |           | Dic | 47  | 22  | 69    | 2.14  | 9.06     | *    |
| 2019 | Ene |     |     |       |       |          |      | 2013-2019 | Ene | 108 | 70  | 178   | 1.54  | 8.11     | *    |
|      | Feb | 56  | 27  | 83    | 2.07  | 10.13    | *    |           | Feb | 247 | 218 | 465   | 1.13  | 1.81     |      |
|      | Mar | 37  | 63  | 100   | 0.59  | 6.76     | *    |           | Mar | 281 | 282 | 563   | 1.00  | 0.00     |      |
|      | Abr | 59  | 57  | 116   | 1.04  | 0.03     |      |           | Abr | 445 | 385 | 830   | 1.16  | 4.34     | *    |
|      | May | 57  | 56  | 113   | 1.02  | 0.01     |      |           | May | 419 | 466 | 885   | 0.90  | 2.50     |      |
|      | Jun | 68  | 94  | 162   | 0.72  | 4.17     | *    |           | Jun | 536 | 581 | 1117  | 0.92  | 1.81     |      |
|      | Jul | 82  | 113 | 195   | 0.73  | 4.93     | *    |           | Jul | 636 | 735 | 1371  | 0.87  | 7.15     | *    |
|      | Ago | 74  | 94  | 168   | 0.79  | 2.38     |      |           | Ago | 624 | 726 | 1350  | 0.86  | 7.71     | *    |
|      | Set | 82  | 76  | 158   | 1.08  | 0.23     |      |           | Set | 671 | 813 | 1484  | 0.83  | 13.59    | *    |
|      | Oct | 73  | 76  | 149   | 0.96  | 0.06     |      |           | Oct | 508 | 523 | 1031  | 0.97  | 0.22     |      |
|      | Nov | 74  | 73  | 147   | 1.01  | 0.01     |      |           | Nov | 464 | 467 | 931   | 0.99  | 0.01     |      |
|      | Dic | 56  | 42  | 98    | 1.33  | 2.00     |      |           | Dic | 395 | 326 | 721   | 1.21  | 6.60     | *    |

La proporción sexual por mes, considerando todo el periodo de análisis 2013-2019, fue significativamente diferente de la proporción teórica en tres meses, con dominio de las hembras (enero, abril y diciembre) y tres meses con dominancia de machos (julio, agosto y setiembre), ajustándose a la proporción teórica en los seis meses restantes.

Agrupando los datos de ejemplares por sexos, de acuerdo al ciclo hidrológico del río Ucayali, la proporción sexual difiere significativamente de la proporción teórica durante los meses de vaciante, principalmente. Solo en un año la proporción

fue diferente en creciente y en tres años no se evidenció diferencia significativa de la proporción teórica (Tabla 2)

Tabla 2. Proporción sexual según nivel del río Ucayali (2013-2019)

| Año       | Mes                    | H    | M    | Total | 1M:XH | $\chi^2$ | sig. |
|-----------|------------------------|------|------|-------|-------|----------|------|
| 2013      | Creciente              | 17   | 8    | 25    | 2.13  | 3.24     |      |
|           | Transición a Vaciente  | 236  | 215  | 451   | 1.10  | 0.98     |      |
|           | Vaciente               | 434  | 448  | 882   | 0.97  | 0.22     |      |
|           | Transición a creciente | 178  | 154  | 332   | 1.16  | 1.73     |      |
| 2014      | Creciente              | 34   | 26   | 60    | 1.31  | 1.07     |      |
|           | Transición a Vaciente  | 150  | 168  | 318   | 0.89  | 1.02     |      |
|           | Vaciente               | 278  | 288  | 566   | 0.97  | 0.18     |      |
|           | Transición a creciente | 239  | 274  | 513   | 0.87  | 2.39     |      |
| 2015      | Creciente              | 127  | 98   | 225   | 1.30  | 3.74     |      |
|           | Transición a Vaciente  | 229  | 244  | 473   | 0.94  | 0.48     |      |
|           | Vaciente               | 272  | 380  | 652   | 0.72  | 17.89    | *    |
|           | Transición a creciente | 205  | 208  | 413   | 0.99  | 0.02     |      |
| 2016      | Creciente              | 135  | 143  | 278   | 0.94  | 0.23     |      |
|           | Transición a Vaciente  | 174  | 183  | 357   | 0.95  | 0.23     |      |
|           | Vaciente               | 305  | 408  | 713   | 0.75  | 14.88    | *    |
|           | Transición a creciente | 257  | 224  | 481   | 1.15  | 2.26     |      |
| 2017      | Creciente              | 104  | 87   | 191   | 1.20  | 1.51     |      |
|           | Transición a Vaciente  | 196  | 199  | 395   | 0.98  | 0.02     |      |
|           | Vaciente               | 218  | 240  | 458   | 0.91  | 1.06     |      |
|           | Transición a creciente | 155  | 181  | 336   | 0.86  | 2.01     |      |
| 2018      | Creciente              | 126  | 226  | 412   | 0.56  | 3.88     | *    |
|           | Transición a Vaciente  | 231  | 254  | 483   | 0.91  | 1.29     |      |
|           | Vaciente               | 186  | 121  | 236   | 1.54  | 0.15     |      |
|           | Transición a creciente | 130  | 179  | 371   | 0.73  | 0.46     |      |
| 2019      | Creciente              | 93   | 90   | 183   | 1.03  | 0.05     |      |
|           | Transición a Vaciente  | 184  | 207  | 391   | 0.89  | 1.35     |      |
|           | Vaciente               | 238  | 283  | 521   | 0.84  | 3.89     | *    |
|           | Transición a creciente | 203  | 191  | 394   | 1.06  | 0.37     |      |
| 2013-2019 | Creciente              | 636  | 570  | 1206  | 1.12  | 3.61     |      |
|           | Transición a Vaciente  | 1400 | 1432 | 2832  | 0.98  | 0.36     |      |
|           | Vaciente               | 1931 | 2274 | 4205  | 0.85  | 27.98    | *    |
|           | Transición a creciente | 1367 | 1316 | 2683  | 1.04  | 0.97     |      |

Considerando la proporción sexual global anual se observa que cinco de los siete años analizados se ajusta a la proporción teórica, en cambio los años 2015 y 2016 difiere significativamente con predominio de machos. La proporción sexual global para todo el periodo (2013-2019) presentó diferencia significativa de la proporción teórica (1M:1H), con predominancia de los machos (1M:0,95H) ( $p > 0,05$ ) (Tabla 3).

Tabla 3. Proporción sexual por año y para el periodo 2013-2019 de bagre de la cuenca del río Ucayali.

| Año / Sexo | H    | M    | Total | 1M:XH | $\chi^2$ | sig. |
|------------|------|------|-------|-------|----------|------|
| 2013       | 865  | 825  | 1690  | 1.05  | 0.95     |      |
| 2014       | 701  | 756  | 1457  | 0.93  | 2.08     |      |
| 2015       | 833  | 930  | 1763  | 0.90  | 5.34     | *    |
| 2016       | 871  | 958  | 1829  | 0.91  | 4.14     | *    |
| 2017       | 673  | 707  | 1380  | 0.95  | 0.84     |      |
| 2018       | 673  | 645  | 1318  | 1.04  | 0.59     |      |
| 2019       | 718  | 771  | 1489  | 0.93  | 1.89     |      |
| Total      | 5334 | 5592 | 10926 | 0.95  | 6.09     | *    |

En relación a la talla, para todo el periodo, los machos predominaron hasta los 21 cm y de 22 a 29 cm la dominancia fue de las hembras, hallándose a tallas mayores solo hembras. Sin embargo, solo las tallas de 16, 17 y 18 cm LT presentaron diferencias estadísticamente significativas en favor de los machos y las tallas de 27 y 28 cm LT mostraron diferencias estadísticamente significativas en favor de las hembras, reportándose solo ejemplares hembras en 30 y 31 cm LT (Figura 8).

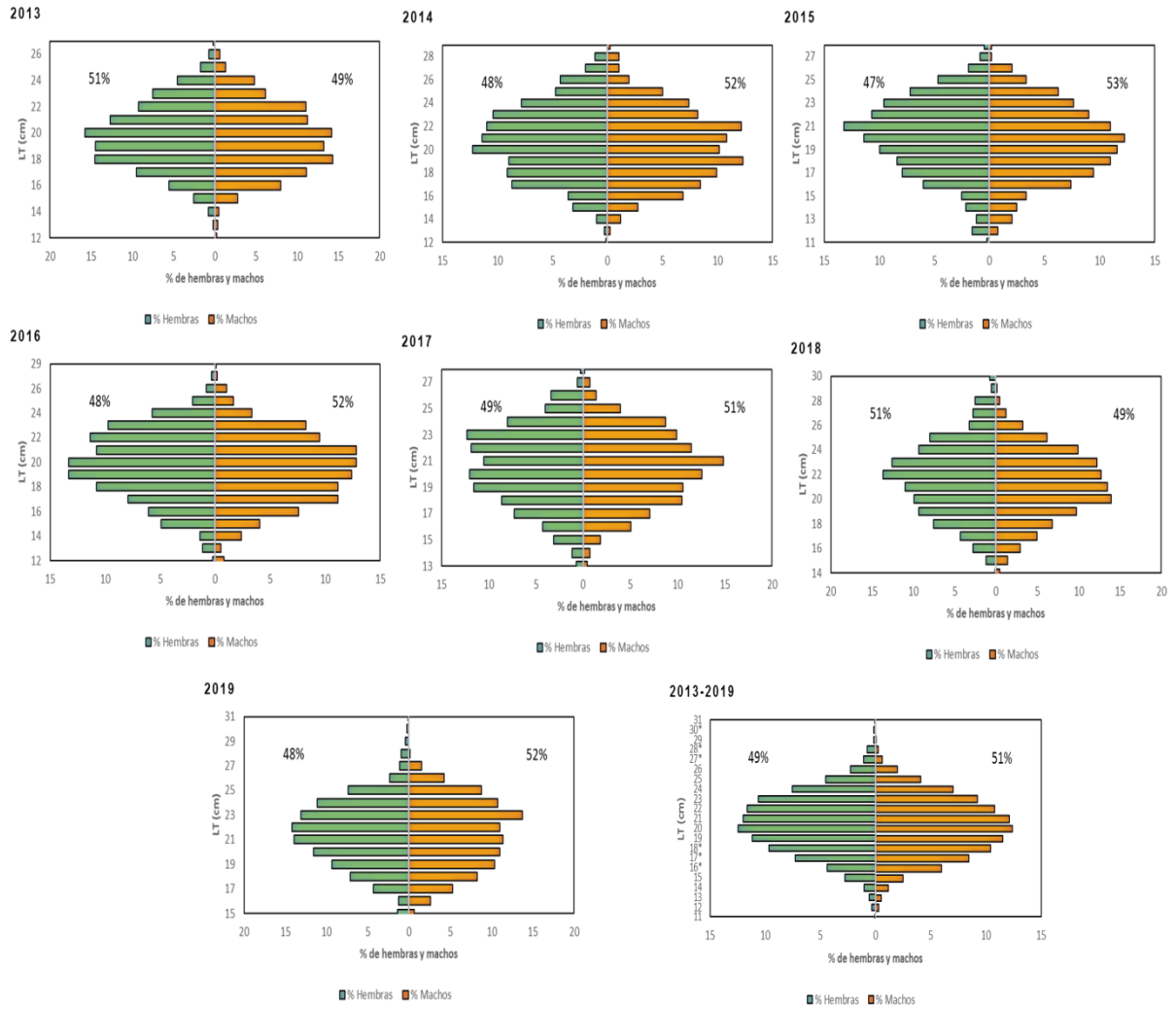


Figura 8. Proporción sexual a la talla de bagre de la cuenca del río Ucayali (2013-2019).

(\*) diferencias significativas.

### 3.1.3 Talla de Primera Madurez

La talla de Primera madurez fue estimada en base a 2543 ejemplares (1369 hembras y 1174 machos), durante el periodo de reproducción de la especie (2013-2019)

Machos.- Los machos alcanzaron una talla de primera madurez a los 17,9 cm LH (Figura 9) ajustándose los registros observados a la curva teórica en el 91% de los datos ( $r^2 = 0,913$ ). Transformando la LH a LT y LE (Anexo 3) resulta en 21,5 cm LT ó 16,6 cm LE.

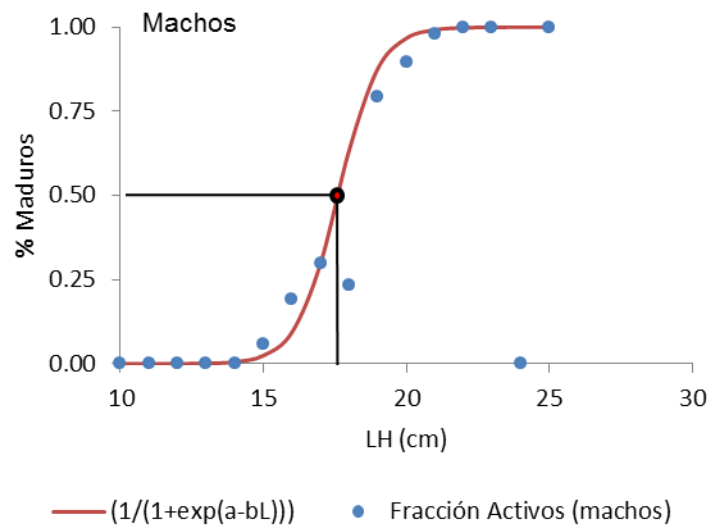


Figura 9. Talla de Primera Madurez estimada para machos de “bagre” *Pimelodus blochii* (2013 – 2019)

Hembras.- Las hembras alcanzan su talla de Primera Madurez en 17,6 cm LH, ajustándose los datos a la curva en el 90% de los registros ( $r^2 = 0,899$ ) (Figura

10). Transformando la LH a LT y LE (Anexo 3) resulta en 21,1 cm LT ó 16,3 cm LE.

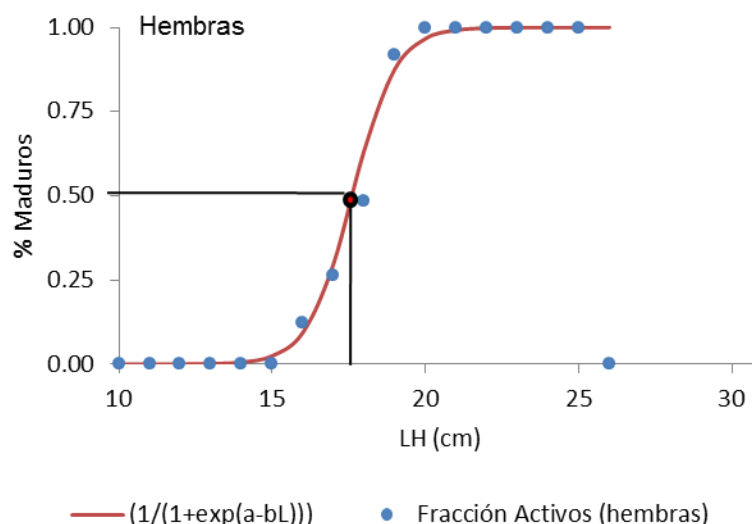


Figura 10. Talla de Primera Madurez estimada para hembras de “bagre”

*Pimelodus blochii* (2013 – 2019)

## 3.2 Crecimiento

### 3.2.1 Relación Longitud Peso y Tipo de crecimiento

Para el análisis de la relación Longitud – Peso (Tabla 4) se utilizaron 10906 ejemplares de “bagre” (*Pimelodus blochii*), de los cuales 5301 correspondieron a hembras y 5605 a machos. El análisis exploratorio de los datos revela en cuanto a longitudes, que la talla media de las hembras ( $20,8 \pm 3,01$  LT) fue ligeramente superior a la de los machos ( $20,5 \pm 2,91$  LT). La moda en las hembras fue de 20,5 cm LT y en machos fue de 20 cm LT. Las hembras presentaron mayores tallas (33 cm LT) que los machos (29,5 cm LT), presentando además un mayor rango (21,5 cm LT) que los machos (17,5 cm LT)



Tabla 4. Análisis exploratorio de datos de Longitud y Peso de *Pimelodus blochii* de la cuenca del río Ucayali utilizados en la determinación de la relación Longitud Peso.

| Estadístico               | LTH   | PTH     | LTM   | PTM     |
|---------------------------|-------|---------|-------|---------|
| Media                     | 20.8  | 83.4    | 20.5  | 77.5    |
| Error típico              | 0.041 | 0.498   | 0.039 | 0.430   |
| Mediana                   | 21.0  | 77.5    | 20.5  | 73.2    |
| Moda                      | 20.5  | 70.0    | 20.0  | 64.0    |
| Desviación estándar       | 3.01  | 36.27   | 2.91  | 32.20   |
| Varianza de la muestra    | 9.08  | 1315.20 | 8.48  | 1036.64 |
| CV                        | 14.5  | 43.5    | 14.2  | 41.5    |
| Curtosis                  | -0.14 | 2.16    | -0.41 | 0.67    |
| Coefficiente de asimetría | 0.03  | 1.13    | 0.00  | 0.77    |
| Rango                     | 21.5  | 272.5   | 17.5  | 226.6   |
| Mínimo                    | 11.5  | 14      | 12    | 11.4    |
| Máximo                    | 33    | 286.5   | 29.5  | 238     |
| n                         | 5301  | 5301    | 5605  | 5605    |

Los pesos promedio de las hembras ( $83,4 \pm 36,27$  g) fueron también ligeramente superiores a los machos ( $77,5 \pm 32,20$  g), con un mayor rango (272,5 g en hembras vs 226,6 g en machos). Los mayores pesos se reportaron en las hembras (286,5 g vs 238 g en machos).

Los coeficientes de variación mostraron que existe una mayor homogeneidad en tallas (14,5% en hembras y 14,2% en machos) que en pesos (43,5 % en hembras y 41,5 % en machos).

El diagrama de dispersión de los datos de Longitud – Peso muestra que esta responde a una ecuación de potencia (Figura 11)

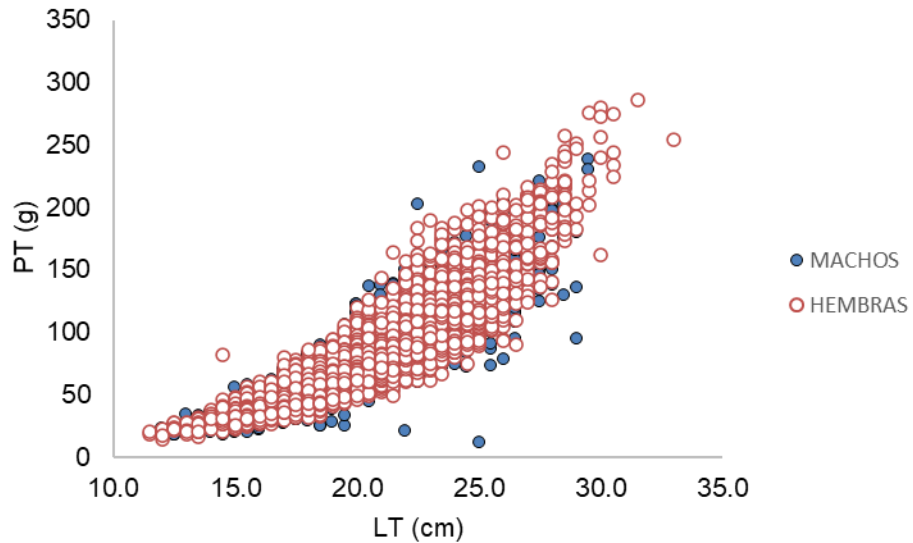


Figura 11. Dispersión de las tallas y pesos en hembras y machos de “bagre” *Pimelodus blochii* de la cuenca del río Ucayali.

La prueba no paramétrica de U de Mann Whitney (Tabla 5) para la distribución de tallas y pesos por sexo mostraron diferencias significativas ( $<0,05$ ), rechazando la hipótesis de igualdad en las distribuciones de estas variables por sexos. Los datos exploratorios revelan que las hembras alcanzan mayor tamaño que los machos, recalando un dimorfismo sexual a la talla.

Tabla 5. Resultados de la prueba de U Mann-Whitney para pesos de machos y hembras de *Pimelodus blochii*

| Resumen de prueba de hipótesis |   |   |      |                             |
|--------------------------------|---|---|------|-----------------------------|
|                                | Hipótesis nula  | Test  | Sig. | Decisión                    |
| 1                              | La distribución de LONG es la misma entre las categorías de SEXO. | Prueba U de Mann-Whitney de muestras independientes | ,000 | Rechazar la hipótesis nula. |
| 2                              | La distribución de PESO es la misma entre las categorías de SEXO. | Prueba U de Mann-Whitney de muestras independientes | ,000 | Rechazar la hipótesis nula. |

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

Al someter a prueba la hipótesis de isometría en ambas regresiones, para determinar el tipo de crecimiento de la especie, el resultado de la prueba de t (Tabla 6) llevo a rechazar la hipótesis nula (de isometría) y aceptar la alterna (no isometría), definiendo al tipo de crecimiento como alométrico negativo en ambos sexos, dado los valores de b inferiores a 3 (explicando ambas regresiones un buen ajuste de más del 80% de los datos observados).

Tabla 6. Prueba de hipótesis de isometría en bagre *Pimelodus blochii* de la cuenca del rio Ucayali (2013-2019)

| Prueba de Hipótesis (b=3) | Hembras       | Machos        |
|---------------------------|---------------|---------------|
| t cal =                   | 32.8          | 44.4          |
| p =                       | 2.02E-215     | 0.0000        |
| t tabla =                 | 1.96          | 1.96          |
| Decisión                  | Se rechaza Ho | Se rechaza Ho |
| r2 =                      | 0.84          | 0.82          |

Las curvas y las correspondientes ecuaciones de las regresiones longitud-peso se estimaron para sexos separados (Figura 12).

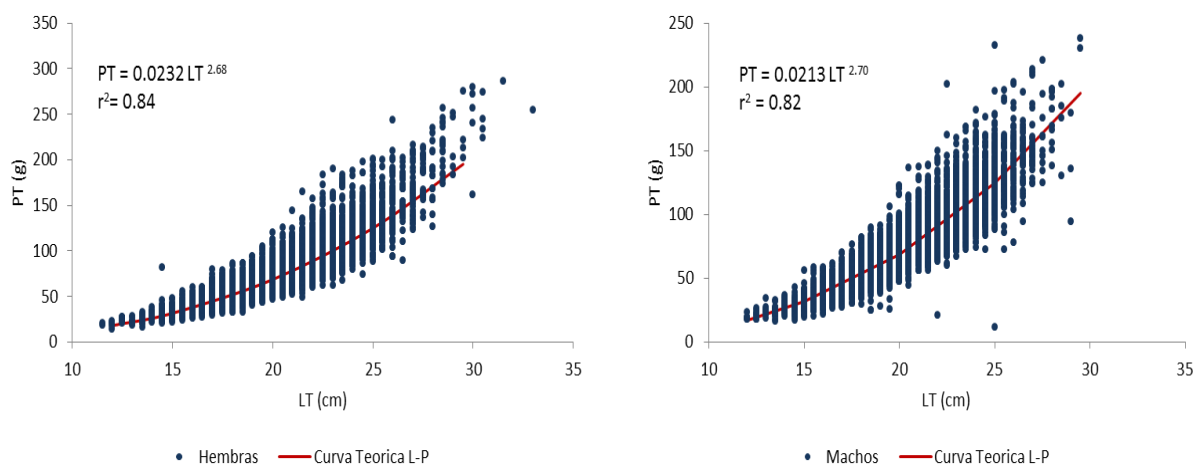


Figura 12. Regresiones de longitud y peso de “bagre” *Pimelodus blochii* de la cuenca del río Ucayali

Las ecuaciones LT – PT por sexos y los intervalos de confianza para a y b fueron:

$$\text{Hembras: } PT \text{ (g)} = 0,0232 \text{ LT (cm)}^{2,682} \text{ (} r^2 = 0,84; \text{ (IC 95\%: } a = 0,0207 - 0,0255; b = 2,648 - 2,717))$$

$$\text{Machos: } PT \text{ (g)} = 0,0213 \text{ LT (cm)}^{2,696} \text{ (} r^2 = 0,82; \text{ (IC 95\%: } a = 0,0192 - 0,0238; b = 2,660 - 2,732))$$

### 3.2.2 Curva de crecimiento (Parámetros de crecimiento de von Bertalanffy)

La información disponible de los registros de tallas en los desembarcaderos no discriminó sexos, debido a que no existe dimorfismo sexual primario en la especie.

El análisis de las tallas por medio de ELEFAN se realizó así para ambos sexos. Se usó el año 2019 para la estimación de los parámetros de crecimiento de von Bertalanffy y como valor de entrada 33 cm LT, la mayor talla registrada de la serie de datos disponible (2013-2019). La  $L_{\infty}$  se estimó en 34,65 cm LT, el valor de K por la rutina de K-Scan de ELEFAN en  $0,39 \text{ año}^{-1}$ . El valor de  $t_0$ , se estimó reemplazando los valores obtenidos de  $L_{\infty}$  y K en la ecuación de Pauly (1983):

$$\text{Log}(-t_0) = -0.3922 - 0.22752 \log L_{\infty} - 1.038 \log K$$

siendo el valor de  $t_0 = -0,48$  - definiendo la curva (Figura 13) y ecuación de crecimiento como:

$$LT = 34,65(1 - \exp^{-0,39(t - (-0,48))})$$

$$\emptyset' = 2,67$$

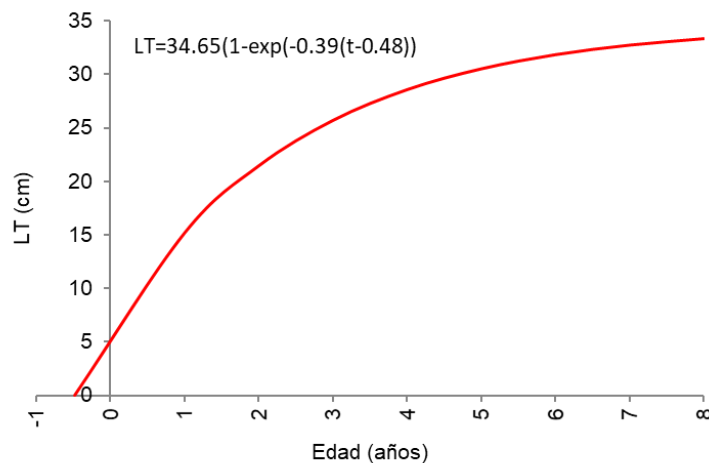


Figura 13. Curva de crecimiento de von Bertalanffy de bagre (*Pimelodus blochii*) de la cuenca del río Ucayali.

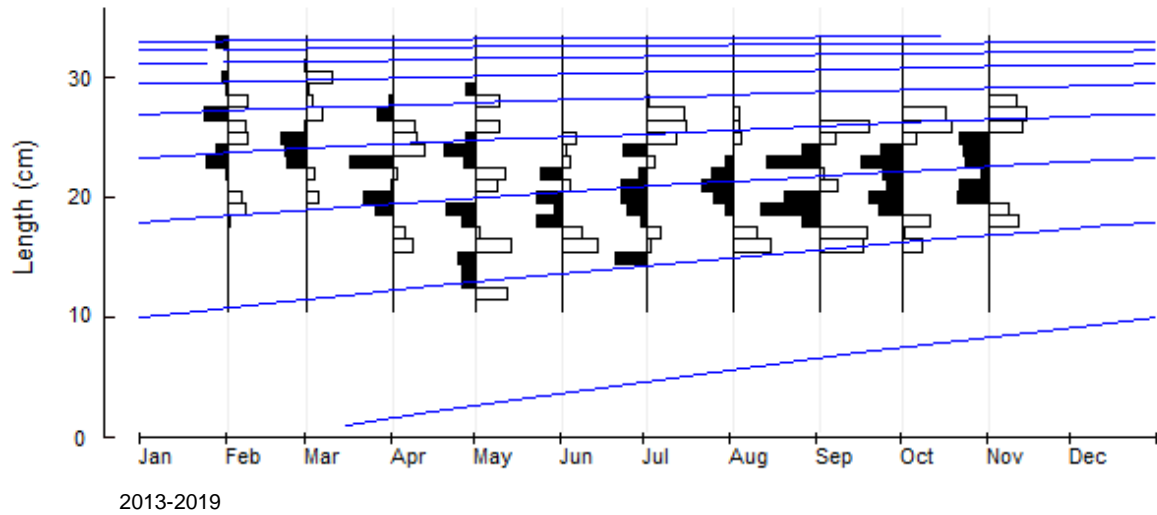


Figura 14. Histograma de frecuencia de longitud total y curvas de crecimiento de la función de von Bertalanffy de bagre (*Pimelodus blochii*) de la cuenca del río Ucayali.

En el histograma de frecuencia de longitudes para los años 2013-2019 (Figura 14) se pueden apreciar hasta 8 cohortes acorde con la estimación de la longevidad  $T_{\max} = 7,7$  años. La talla de primera madurez se alcanzaría a los 2 años de edad.

### 3.3 Mortalidad (Z, M y F) y Tasa de Explotación (E)

#### 3.2.3.1 Mortalidad Total (Z)

Con la información obtenida de la curva de crecimiento se estimó la tasa de mortalidad total mediante la curva de captura convertida de longitudes, estimándose el valor de Z en  $2,48 \text{ año}^{-1}$  (IC = 2,24-2,72;  $r^2 = 0,9861$ ) (Figura 15).

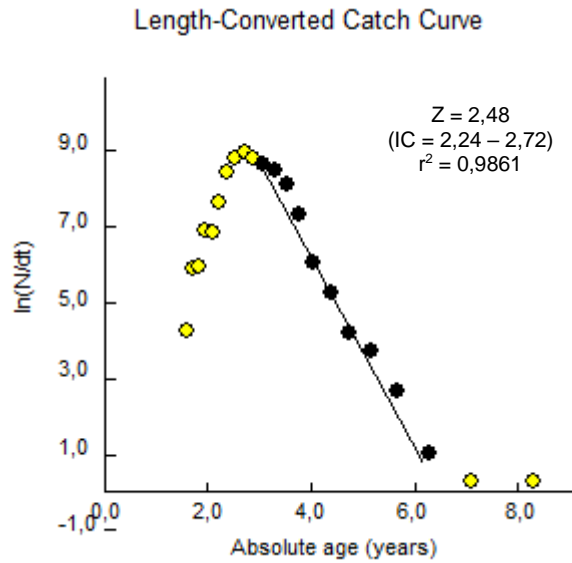


Figura 15. Curva de captura convertida de longitudes de bagre y estimación de la mortalidad total.

### 3.2.3.2 Mortalidad Natural (M)

La mortalidad natural se estimó por la ecuación de Pauly (1983):

$$\text{Log}_{10} M = -0.0066 - 0.279 \cdot \log_{10}(L_{\infty}) + 0.6543 \cdot \log_{10}(K) + 0.4634 \cdot \log_{10}(T)$$

Considerando la temperatura promedio de 28,3 °C acorde con las prospecciones de pesca realizadas por IMARPE, el valor obtenido al sustituir los valores en la ecuación fue  $M = 0,931 \text{ año}^{-1}$ , que multiplicado por el factor 0,8 para especies migratorias se obtuvo finalmente  $M = 0,74 \text{ año}^{-1}$ .

### 3.2.3.3 Mortalidad por Pesca (F)

Fue estimada por sustracción.  $F = Z - M = 2,48 - 0,74 = 1,74 \text{ año}^{-1}$ .

### 3.2.3.4 Tasa de explotación (E)

La tasa de explotación fue:  $E = F/Z = 1,74 / 2,48 = 0,70$  (Figura 16)

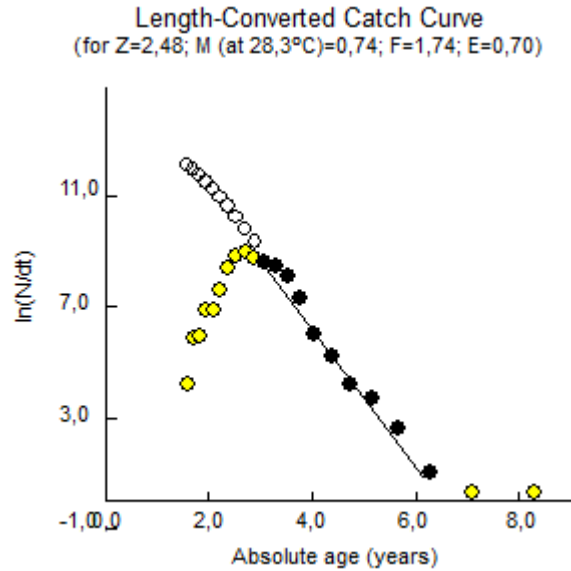


Figura 16. Curva de capturas convertidas de longitudes, Tasa de Mortalidad Total, Natural y por Pesca y Tasa de explotación de "bagre" de la cuenca del río Ucayali.

### 3.4 Impacto de la pesca en la población de "bagre"

Las tallas desembarcadas oscilaron entre 11 cm LT y 33 cm LT (0,5 y 7,3 años). La pesca impacta sobre gran parte de la población inmadura. En todos los años el porcentaje de juveniles no es inferior a 70% de los ejemplares desembarcados, alcanzando incluso a ser el 92,6% en el año 2016. Considerando el periodo 2013-2019 el porcentaje de juveniles es de 82,6% (Figura 17), siendo una situación similar a lo reportado por AUNAP-UNIMAGDALENA 2013 (Colombia) cuya pesquería impacta en el 83% de la población inmadura recomendando no pescar por debajo de la talla de 19 cm de LE.



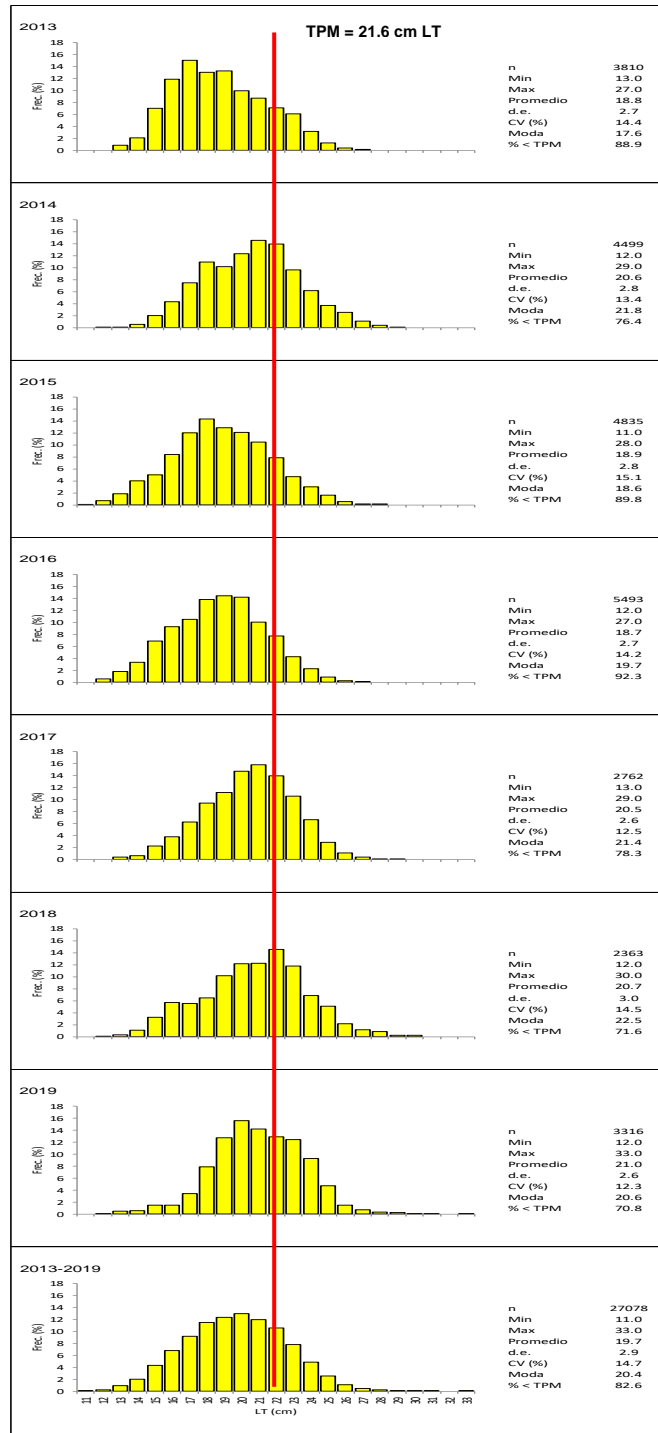


Figura 17. Frecuencia de tallas desembarcadas de "bagre" de la cuenca del río Ucayali (2013-2019)

Considerando la curva de captura acumulada (Espino et al. 2008) para el periodo 2013-2019 y para todas las artes de pesca se obtiene una  $LT_{25}$  de 17 cm y  $LT_{50}$  de 19 cm aproximadamente (Fig. 18), que nos indicaría que la edad de reclutamiento de *P. blochii* es 1,2 años y la edad de primera captura 1,6 años, inferiores a la edad de 2 años estimada de la TPM. Tanto la  $t_r$  como la  $t_{pc}$ , es posible estén sobreestimadas por tratarse de registros en desembarques (Sparre y Venema. 1998), pero que sin embargo refleja una condición más preocupante.

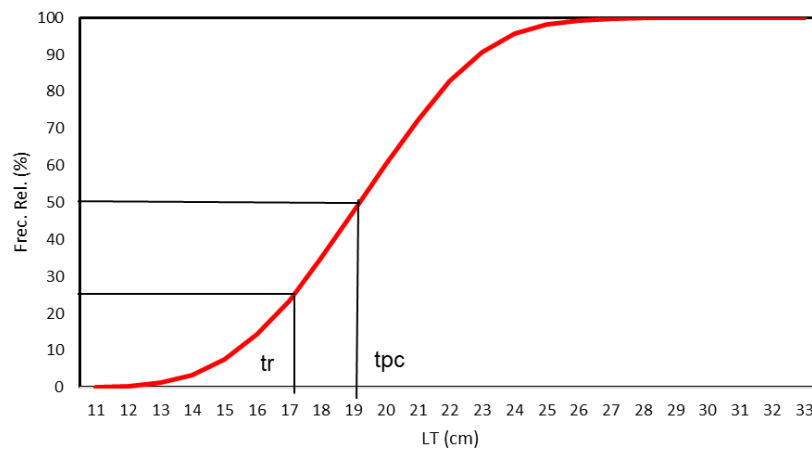


Figura 18. Frecuencia relativa acumulada de longitudes desembarcadas de bagre (*Pimelodus blochii*), talla de reclutamiento ( $t_r$ ) y talla de primera captura ( $t_{pc}$ ) (2013-2019).

## CAPITULO IV: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### **Aporte científico de la investigación.-**

Los peces son el recurso alimenticio más importante para el poblador amazónico que además ha generado, en Ucayali, una pesquería comercial artesanal importante para la seguridad alimentaria de la población. La actividad pesquera se sustenta desde muchas décadas en una decena de especies que requieren de estudios sobre su biología y pesquería que ayuden a la toma de decisiones para desarrollar una pesca responsable y sustentable. “Bagre” (*Pimelodus blochii*) se halla entre las 10 principales en los registros de desembarques en los estados fresco y refrigerado y que en los últimos años está adquiriendo importancia, escalando hacia los tres primeros lugares del ranking, de acuerdo al desembarque registrado en los principales desembarcaderos de Pucallpa y Yarinacocha. Su pesca no se halla reglamentada por lo que se desarrolla sin restricciones legales. La comprensión de los procesos y factores que producen cambios en el tamaño de una población explotada es imprescindible para el manejo sustentable del recurso. Escasa información sobre su biología y pesquería es disponible a nivel Internacional, Nacional y Regional.

### **Época de desove**

De acuerdo al análisis macroscópico de las gónadas se observó que “bagre” tiene el inicio de maduración un mes antes de “transición a creciente” (finales de “vaciante” o inicios de primavera) y desova entre los meses de febrero y abril (“creciente” del río Ucayali o verano e inicios de otoño) con el mes de mayor intensidad en marzo (“creciente” o verano). La corta duración del desove que se

presenta todos los años, indicaría que se trata de un desovador total y estacional siendo un evento explosivo, coincidiendo con Guerrero, Cordillo, Poleo y Marcano (2009) quienes manifiestan que *P. blochii* es un desovador estacional en ciclos anuales relacionados al cambios en el ciclo hidrológico. El IGS confirma los resultados de la evolución de los estadios de madurez gonadal. Estudios en especies emparentadas en el rio Piracicaba muestran resultados similares cuando Lima-Junior y Goitein (2006) manifiestan, al referirse a los ovarios de *P. maculatus*, que “inician la maduración ovocitaria e incremento de masa a partir de primavera, alcanzando el máximo desarrollo en verano, cuando sucede el desove. Este último hecho es evidenciado por la presencia de ovarios maduros y desovados en esa estación”. En el caso de *P. blochii*, en Ucayali, sucede exactamente lo mismo y la presencia de desove y desovados ocurren entre febrero y abril y sólo desovados en mayo, coincidiendo además con Araya y col. (2003) quienes manifiestan que la máxima actividad gonadal coincide con las crecidas anuales del rio. Estacionalmente la mayor intensidad del desove ocurre en verano.

### **Estructura de tallas y proporción sexual.**

La talla media y la moda en las hembras fueron ligeramente superiores a la de los machos, asimismo, las hembras presentaron mayores tallas además de un mayor rango, sin embargo, fueron en distribución homogéneas en ambos sexos ( $cv < 30\%$ ). Durante el periodo de reproducción (principalmente en el mes de marzo) la proporción sexual se ajusta a la relación teórica en todos los años, con excepción de 2019 en que la proporción fue significativamente diferente con predominio de los machos. La proporción sexual global fue significativamente diferente de la proporción 1M:1H, con dominio de machos.

Asociando la proporción al nivel del río, es en los meses de julio-agosto (en la estación de invierno o “vaciante”) que se presenta diferencia en la proporción 1:1, en tres de los siete años analizados, en todos los casos con predominio de machos. La excepción en la proporción teórica se presentó en el año 2018 en que fue diferente en el primer trimestre (creciente), pero también con predominio de machos. En los años 2013, 2014 y 2017 la proporción sexual fue balanceada (1M:1H). El análisis de toda la serie (2013-2019) muestra que la diferencia de la proporción teórica se presenta en la vaciante (invierno). En relación a las tallas, los machos fueron dominantes hasta los 21 cm LT y de 22 a tallas superiores la dominancia fue de las hembras.

### **Talla de Primera Madurez**

La talla de primera madurez para la especie se estimó en 17,9 cm LH para machos y 17,6 cm LH para hembras. Este dato concuerda con los 18 cm LH estimado por Deza y col (2009) para Ucayali y que transformado a LT resulta en 21,5 cm LT en machos y 21,1 cm LT en hembras. AUNAP-UNIMAGDALENA (2013) reporta para el río Magdalena la talla media de madurez de *P. blochii* en 17,7 cm LE que equivaldría a 19 cm LH, indicando que la talla de primera madurez en Magdalena es superior a lo reportado para Ucayali.

### **Tipo de crecimiento.**

Tanto machos como hembras presentan crecimiento alométrico negativo. Por otro lado, existen diferencias significativas entre las regresiones para machos y hembras, por tanto, las ecuaciones de la relación talla-peso son mejor representadas para sexos por separado: Hembras:  $PT (g) = 0,0232 LT (cm)^{2,682}$  y

Machos:  $PT (g) = 0,0213 LT (cm)^{2,696}$ . Estos resultados difieren con lo reportado por Ferraz y Garrizo (2015) para *P. blochii* del río Marapirim, Brasil quienes consideran el tipo de crecimiento isométrico, en cambio se coincide con Hernández-Serna et al 2014, quienes hallaron para *P. blochii* del río Magdalena una relación alométrica negativa con valores de  $b=2.617 (2.5807-2.6531; r^2=0.903)$ . Araya y col (2003) hallaron para *Pimelodus clarias maculatus* del embalse Yaciretá (Argentina), especie emparentada a *Pimelodus blochii*, un crecimiento alométrico negativo para ambos sexos.

### **Ecuación de Crecimiento de von Bertalanffy de bagre (*Pimelodus blochii*) de la cuenca del río Ucayali.**

En referencia al crecimiento, la ecuación para sexos combinados fue:

$$LT=34,65 (1-\exp^{-0,39(t-(-0,48))})$$

$$\emptyset' = 2,67$$

La especie en Ucayali puede alcanzar hasta 34,6 cm LT, valor de  $L_{\infty}$  bastante próxima a lo reportado por Cervigón et al. (1992) de 35 cm LT, que es considerada como la máxima reportada para la especie en las fichas FAO de identificación de especies para los fines de la pesca. No ha sido posible hallar estudios de la especie en cuanto a estimaciones de la edad y crecimiento en Ucayali. Los parámetros de crecimiento para *Pimelodus blochii* para la cuenca del río Magdalena (Colombia), se estimaron en  $L_{\infty} = 38,5$  cm LE,  $K=0,48$  y un valor de  $\emptyset'=2,85$ , superiores a los obtenidos en el presente estudio para *P. blochii* (fishbase: Growth parameters for *Pimelodus blochii*)

El valor de  $K=0,39$  obtenido en el presente estudio nos indica una especie de moderado crecimiento, alcanzando al primer año 15,2 cm LT y su talla de primera

madurez a los 2 años, con una longevidad aproximada de 7,7 años, de crecimiento más lento si se compara con la especie del río Magdalena ( $K=0,48$ ). Este parámetro indica la rapidez del crecimiento en alcanzar el tamaño máximo, siendo así que las diferencias halladas pueden estar asociadas a diversos factores diferenciales de las cuencas, disponibilidad de alimento, presión de pesca entre otros.

En especies del mismo género, en un estudio realizado por Anaya y Olaya (2003) sobre *Pimelodus clarias* del río Sinú (Colombia), se estimaron valores de  $L_{\infty}=32,5$  (34,65 en el presente estudio),  $K=0,26$  (0,39 en el presente estudio) y  $t_0=-0,63$  (-0,48 en el presente estudio),  $\emptyset'=2,44$  (2,67 en el presente estudio), valores que son muy próximos, considerando que se trata de especies diferentes del mismo género. Los autores consideran a la especie igualmente como de longevidad y tasa de crecimiento medios, similar a *P. blochii* de Ucayali.

Los estimados de mortalidades en “bagre” (*P. blochii*), indican que la mortalidad por pesca es aproximadamente el 70% del valor de la mortalidad total, estimada en 2,48 - superando así en más del doble a la mortalidad natural, indicando una fuerte presión de pesca que conduce a una tasa de explotación de  $E=0,70$ . Considerando como punto de referencia el valor 0,5 para definir el estado de la pesquería, se afirma que la pesquería de “bagre” se halla en sobreexplotación.

Comparando los resultados con lo reportado por Anaya y Olaya (2003) sobre *Pimelodus clarias* del río Sinú (Colombia), con los siguientes valores:  $Z=2,41$ ;  $M=0,72$ ;  $F=1,69$  y  $E=0,70$ , en el caso de Ucayali los valores fueron de  $Z=2,48$ ;  $M=0,74$ ;  $F=1,74$  y  $E=0,70$ , muy cercanos y que indican el estado de sobreexplotación de este recurso en ambas cuencas. Esta fuerte presión de pesca

sobre el recurso afectará la estructura de la población y de esta manera los rendimientos de pesca de continuarse sin medidas restrictivas.

La información disponible sobre las estimaciones del crecimiento de *Pimelodus blochii*, en el grupo *Pimelodus* y el resultado del presente estudio, permiten decir que los estimados obtenidos son una buena aproximación para la especie de la cuenca del río Ucayali y que amerita un estudio basado en estructuras duras para su validación.

Considerando la estrategia reproductiva de la especie, reproducción sincrónica, desove total y periodo restringido de freza en creciente (verano), además de su alimentación omnívora, migratorio y de crecimiento moderado la especie se puede considerar del grupo estacional, en el sentido de Winemiller, 1989 (citado por Ruffino e Isaac, 1995).

La estructura de tallas comparada con la TPM nos indica el impacto de la pesca sobre la fracción inmadura de la población, que atenta contra la renovación de la población de bagre en la cuenca del río Ucayali.



## CONCLUSIONES

- Bagre (*Pimelodus blochii*) es una especie que se reproduce durante la temporada de creciente del río Ucayali, con el pico de desove en el mes de marzo (verano) de acuerdo a la progresión de los estadios de madurez y al IGS. Tanto machos como hembras presenta un comportamiento sincrónico en la reproducción.
- La proporción sexual global para el periodo de estudios fue estadísticamente diferente de la proporción teórica 1M:1H con predominio de machos (1M:0,95H). De los siete años analizados la proporción fue significativamente diferente en dos (2015 y 2016) ajustándose a la proporción teórica en cinco años. De acuerdo a la talla y para todo el periodo (2013-2019) los machos predominan a tallas inferiores a 21 cm LT, a mayores tallas dominan las hembras.
- La talla de primera madurez en “bagre” *Pimelodus blochii* de la cuenca del río Ucayali fue de 17,9 cm LH para machos y 17,6 cm LH en hembras.
- El tipo de crecimiento se definió como alométrico negativo con ecuaciones para hembras con ajuste del 84% de los datos y 82% en machos. Las ecuaciones fueron:

$$\text{Hembras: } PT \text{ (g)} = 0,0232 \text{ LT (cm)}^{2,682} \text{ (} r^2 = 0,84 \text{)}$$

$$\text{Machos: } PT \text{ (g)} = 0,0213 \text{ LT (cm)}^{2,696} \text{ (} r^2 = 0,82 \text{)}$$

- Se estimó  $L_{\infty} = 34,65$  cm LT;  $K = -0,39$  y  $t_0 = -0,48$  definiendo la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy para sexos combinados como:

$$LT = 34,65(1 - \exp^{-0,39(t - (-0,48))})$$

- Las tasas de mortalidad estimadas fueron:  $Z=2,48 \text{ año}^{-1}$ ;  $M= 0,74 \text{ año}^{-1}$  y  $F= 1,74 \text{ año}^{-1}$ , siendo la tasa de explotación  $E=0,70$ , indicando un recurso sobreexplotado.
- De acuerdo a las tallas desembarcadas la pesca está actuando sobre la población inmadura en más del 80% de los ejemplares observados en todo el periodo (2013-2019).
- La edad de reclutamiento (1,2 años) y de primera captura (1.6 años) son inferiores a la edad de primera madurez (2 años) y que tiene efectos negativos en la renovación de la población.

## SUGERENCIAS

Desde el punto de vista biológico, se sugiere:

- Establecer una veda reproductiva durante los meses de febrero-abril, protegiendo el desove principalmente en el mes de marzo, en el que el desove es más intenso.
- Se requiere de urgente reglamentación de la talla mínima de captura de “bagre”, respetando la talla de primera madurez de 18 cm LH, con la finalidad de proteger al recurso (machos y hembras).
- Reducir el esfuerzo de pesca dada la condición de recurso sobreexplotado.
- Fortalecer el control de tallas desembarcadas por el alto porcentaje de inmaduros detectados en los registros biométricos.
- Fortalecer campañas de concientización en el sector y la población sobre la importancia de respetar las tallas de captura, la temporada de reproducción y las medidas de conservación de los recursos pesqueros y de los ecosistemas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**Agudelo Córdoba, Edwin. 2015.** Bases científicas para contribuir a la gestión de la pesquería comercial de bagres (Familia Pimelodidae) en la Amazonia Colombiana y sus zonas de frontera. Tesis Doctoral. Institut Ciència i Tecnologia ambientals – ICTA, UAB. Programa de doctorado en Ciencias Ambientales opción Economía Ecológica y Gestión Ambiental. Barcelona. 260 p.

**Allan J.D., Abell R., Hogan Z., Revenga C., Taylor B.W., Welcomme R.L. and Winemiller K. 2005.** Overfishing of Inland Waters. *BioScience* Vol. 55 N°12: 1041-1051.

**Anaya, R., y Olaya C. 2003.** Crecimiento y Mortalidad del Barbul (*Pimelodus clarias*, Bloch, 1785) en el río Sinú, Colombia. *Revista MVZ Córdoba*, vol.8, núm.1, semestral, p 280.

**Araya P., Hirt L y Flores S. 2003.** Biología reproductiva y crecimiento de *Pimelodus clarias maculatus* (Lac. 1803) (Pisces, Pimelodidae) en la zona de influencia del embalse Yacyre. *Ecología Austral* 13:83-95.

**AUNAP-UNIMAGDALENA 2013.** Tallas mínimas de captura para el aprovechamiento sostenible de las principales especies de peces, crustáceos y moluscos comerciales de Colombia. Convenio 058 de 2013

entre la Autoridad nacional de acuicultura y pesca y La Universidad del Magdalena. 58 páginas.

**Barbosa, J.M., Moraes, M.N., Ferreira, A.E. y Campos, E.C. 1988.** Aspectos da estrutura populacional da mandiuva *Pimelodus maculatus* (Lacépède, 1803 (Osteichthyes, Pimelodidae) na represa Bariri, Rio Tieté, Estado de São Paulo. *B. Inst. Pesca.* 15(2):123-133.

**Barletta, M., Jaureguizar, A., Caigan, C., Fontoura, N.F., Agostinho, A.A., Almeida-Val, V.M.F., Val A, L., Torres R.A., Jimenes-Segura L.F., Giarrisso, T., Fabre N.N., Batista V.S., Lasso C., Tabora D.C., Costa M.F., Chaves P.T., Vieira J.B. y Correa M.F.M. 2010.** Fish and aquatic habitat conservation in South America: a continental overview with emphasis on neotropical systems. *Journal of Fish Biology* (2010) 76, 2118–2176. doi:10.1111/j.1095-8649.2010.02684x.

**Barthem R.B. y Fabrè N.N. 2004.** Biología e diversidade dos recursos pesqueiros da Amazonia. A pesca e os recursos pesqueiros na Amazonia Brasileira. Editado por Mauro Luis Ruffino. ProVárzea-Manaos.Brasil.1-46 p.

**Basile-Martins M.A., Cipolli, M.N., y Godinho H.M. 1986.** Alimentacao do mandi, *Pimelodus maculatus* Lacepede, 1803 (Osteichthyes, Pimelodidae), de trechos dos ríos Jaguari e Piracicaba, Sao Paulo-Brasil. *B. Inst. Pesca* 13(1):17-29 p.

- Bayley, P.B. y Petrere Jr. M. 1989.** Amazon fisheries: Assessment methods, current status and management options. P 885-398. In: D.P.Dodge (ed.). Proceedings of yhe International Large River Symposium. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 206.
- Boujard T, Pascal M, Meunier FJ, Le Bail PY. 1997.** Possins de Guyane. Guide écologique de l'Approuague et de la réeve des Nouragues. *Institut National de La Recherche Agronomique*, Paris, 219 p.
- Cerdenares-Ladrón de Guevara, G.; Ramírez-Antonio, Emmanuel; Ramos-Carrillo, Samuel; González-Medina, Gabriela; Anislado-Tolentino, Vicente; López-Herrera, Dora y Karam-Martínez, Samantha. 2014.** Impacto de la actividad pesquera sobre la diversidad biológica. Revisión para el Pacífico sur de México. *Revista Iberoamericana de Ciencias*. 20 p.
- Cervigón FR, Cipriani W, Fisher L, Garibaldi N, Hendricks AJ, Lemus R, Márquez JM, Robaina PG, Rodríguez B. 1992.** Fichas FAO de identificación de especies para los fines de la pesca. *Guía de campo de las especies comerciales marinas y de aguas salobres de la costa septentrional de Sur América*. FAO, Rome. 513 p. Preparado con el financiamiento de la Comisión de Comunidades Europeas y de NORAD.

**Cubillos, L.** y Araya M. 2007. Estimaciones empíricas de mortalidad natural en el bacalao de profundidad (*Dissostichus eleginoides* Smitt, 1898). *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 42(3): 287-297.

**De Jesús. M.J., Kohler C.C.** 2004. The Commercial Fishery of the Peruvian Amazon. *Fisheries*. [www.fisheries.org](http://www.fisheries.org). vol 29 no 4. 7p.

**Deza, Sonia; Chávez, Carlos; Bazán, Roger y Rebaza, Carmela.** 2009. Propuesta de manejo de “bagre” *Pimelodus bochii* en la Región Ucayali. <http://www.iiap.org.pe/Upload/Publicacion/PUBL1235.pdf>. visitado: 29.01.2019.

**Espino Barr Eliane, González Vega Alvaro, Santana Hernández Heriberto y González Vega Humberto.** 2008. Manual de Biología Pesquera. Instituto Nacional de pesca. Universidad Autónoma de Nayarit. México. 131 p.

**FAO 2003.** Departamento de Pesca. La ordenación pesquera. 2. El enfoque de ecosistemas en la pesca. *FAO Orientaciones Técnicas para la Pesca Responsable*. No. 4, Supl. 2. Roma, FAO. 2003. 133p.

**Ferraz D. y Giarrizzo T.** 2015. Weight-length and Length-length relationships for 37 demersal fish species from the Marapanim River, northeastern coast of Pará State, Brazil. *Biota Amazônia Macapá*, v. 5, n. 3, p. 78-82.

**Fishbase:** Growth parameters for *Pimelodus blochii*)

(<http://fishbase.mnhn.fr/popdyn/PopGrowthList.php?ID=7556&GenusName=Pimelodus&SpeciesName=blochii&fc=150>; 05.09.2020).

**Flores Gómez, V. Stive. 2013.** Influencia de las variaciones estacionales del nivel del agua sobre la reproducción y crecimiento de *Potamorhina altamazonica* (Cope, 1879) en el río Ucayali, Perú. Tesis para optar el Grado Académico de Magister en Ecosistemas y Recursos Acuáticos. UNMSM. Escuela de Pos Grado. Facultad de Ciencias Biológicas. Unidad de Posgrado. Lima-Perú. 62 p.

**Gayanilo, F.C.Jr.; Sparre, P.; Pauly, D. 2005.** FAO-ICLARM Stock Assessment Tools II (FiSAT II). Revised version. User's guide. FAO Computerized Information Series (Fisheries). No. 8, Revised version. Rome, FAO. 168 p.

**Garcia, A., Vargas, G., Rodriguez, R., Montreuil, V., Ismiño, R., Sánchez, H., Tello, S., y Duponchelle, F. 2010.** Aspectos biológico pesqueros de *Potamorhina altamazonica* llanmbina (COPE, 1878) en la Región Loreto-Amazonia peruana. *Folia Amazònica*. Vol. 19. N°1-2:23-28.



- Garcia, A. S. Tello, G. Vargas y F. Duponchelle 2009.** Patterns of commercial fish landings in the Loreto region (Peruvian Amazon) between 1984 and 2006. *Fish Physiol Biochem* (2009) 35:53–67. DOI 10.1007/s10695-008-9212-7
- Gonçalves, Vinicius Verona Carvalho. 2018.** Influência do ciclo hidrológico em pescarias comerciais na Amazônia Central, Brazil. Manaus AM. *Programa de Pós-Graduação em Ciências Pesqueiras nos Trópicos - CIPET, da Universidade Federal do Amazonas - UFAM*, 62p.
- Goulding, M. 1980.** The fishes and the forest. Explorations na Amazon Natural History. *University of California Press*. Berkeley, 280 p.
- Goulding, M. 1981.** Man and fisheries on an Amazon frontier, Dr. W. Junk Publishers, *The Hague* 137 pp.
- Goulding, M., C. Cañas, R. Barthem, B. Forsberg & G. Ortega. 2003.** Las fuentes del Amazonas. Ríos, vida y conservación de la cuenca del Madre
- Gulland, J.A. 1971.** Manual de Métodos para la Evaluación de las poblaciones de peces. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Editorial ACRIBIA, Royo, 23. – Zaragoza. España. 180 p.
- Gulland JA, Rosemberg AA. 1992.** A review of length-based approaches to assessing fish stocks. *FAO Fisheries Technical Paper* N° 323. Rome. 100 p.

- Guerrero, H.Y., Cardillo, E., Poleo, G. y Marcano, D. 2009.** Reproductive biology of freshwater fishes from the Venezuelan floodplains. *Fish Physiol Biochem* 35:189–196. DOI 10.1007/s10695-008-9249-7
- Guzmán BL, Santana VD, Verdugo MH, Gómez-Ramírez E. Hurtado GG. 2013.** Descripción anatómica e histológica del tracto digestivo de nicuro *Pimelodus blochii* (Valenciennes, 1840). ORINOQUIA - Universidad de los Llanos - Villavicencio, Meta. Colombia Vol. 17 - No 1
- Hernández Samperi, Roberto; Fernández Collado, Carlos y Baptista Lucio, Maria del Pilar. 2014.** Metodología de la Investigación. Sexta Edición. McGraw-Hill / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. Santa Fe, México. 634 p.
- Hernández-Serna, A., Márquez-Velásquez, V., Carvajal-Quintero, J.D., Gulfo, A., Granado-Lorencio, C., and Jiménez-Segura, F. 2014.** Length–weight relationships of 38 fish species of the Magdalena River floodplain lakes. *J. Appl. Ichthyol.* 30:549-551.
- Hilborn, R., Branch, T.A., Ernst, B., Magnusson, A., Minte-Vera, C.V., Scheuerell, M.D. and Valero, J.L. 2003.** State of the World's Fisheries. *Annu. Rev. Environ. Resour.* 28:359-99.

**ICCAT.** <https://www.iccat.int/Documents/SCRS/Other/glosario.pdf> (Visitado 23.09.2018)

**Iwaszkiw, J.M. Biología Reproductiva.** En: López, H.L. y J. Ponte Gómez (Comp.). 2009. Cursos de Ictiología: Biología pesquera de agua dulce, curso 1990: Ictiología Continental Argentina, curso de posgrado 2000; Ictiología Continental Argentina, curso de posgrado 2002. *ProBiota, FCNyM*, La Plata, Argentina, Serie Documentos n°6:1-147. ISSN 1666-731X.

**Jézéquel, C.; Tedesco, P.A.; Darwall, W.; Dias, M.S.; Frederico, R.G.; Hidalgo, M.; Hugueny, B.; Maldonado-Ocampo, J.; Martens, K.; Ortega, H.; Torrente-Vilara, G.; Zuanon, J. y Oberdorff, T. 2020.** Freshwater fish diversity hotspots for conservation priorities in the Amazon Basin. *Conservation Biology* Volume 00, No. 0, 2020

**Junk W.J. and Soares G.M. 2001.** Freshwater fish habitats in Amazonia: State of knowledge, management, and protection. *Aquatic ecosystem health and management* 4:437-451

**Lasso, C. A., F. de Paula Gutiérrez, M. A. Morales-Betancourt, E. Agudelo, H. Ramírez -Gil y R. E. Ajiaco-Martínez (Editores). 2011.** II. Pesquerías continentales de Colombia: cuencas del Magdalena-Cauca, Sinú, Canalete, Atrato, Orinoco, Amazonas y vertiente del Pacífico. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de

Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia, 304 pp

**Le Bail Y, Keith P, Planquette P. 2000.** Atlas des poissons d'eau douce de Guyane. Tome 2, Fascicule II: Siluriformes. Collection Patrimoines Naturels 43(II): 307p. Paris: *Publications scientifiques du Muséum national d'Histoire naturelle.*

**Lima-Junior S.E. y Goitein, R. 2006.** Fator de condição e ciclo gonadal de fêmeas de *Pimelodus maculatus* (Osteichthyes, Pimelodidae) no rio Piracicaba (SP, Brasil). *B. Inst. Pesca*, Sao Paulo, 32(1): 87-94

**López-Casas, Jimenez-Segura. 2007.** Reproducción y hábitos alimenticios del nicuro *Pimelodus blochii* (Valenciennes, 1840) (PISCES: PIMELODIDAE), en la Ciénaga de Cachimbero, río Magdalena, Colombia. *Actual Biol* 29 (87): 199-207 p.

**Lowe-McConnell, R. H. 1975.** Fish communities in tropical freshwater. London, Longman. 337 p.

**Lundberg JG, Littmann MW. 2003.** Family Pimelodidae (long-whiskered catfishes). Pp. 432-446. En: Reis RE, Kullander SO, Ferraris CJ Jr. (eds.). Checklist of the freshwater fishes of South and Central America. *EDIPUCRS*. Porto Alegre, Brasil.

- Militelli, M.I. y Rodrigues, K.A. 2011.** Talla de primera madurez de las principales especies de peces óseos costeros bonaerenses. Informe Técnico Oficial. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero. Argentina. 17
- MIPE. 2015.** Patrones de consumo de productos hidrobiológicos en el Perú. Una aproximación con la Encuesta Nacional de Hogares. Ministerio de Pesquería. Lima. Perú. 23 pp.
- Ortega, H., M. Hidalgo, E. Correa, J. Espino, L. Chocano, G. Trevejo, V. Meza, A. M. Cortijo & R. Quispe 2012.** Lista anotada de peces continentales del Perú. Estado actual del conocimiento, distribución, usos y aspectos de conservación. *Museo de Historia Natural, UNMSM*. 48 pp.
- Pauly, D. 1983.** Algunos métodos simples para la evaluación de recursos pesqueros tropicales. *FAO. Doc. Tec.pesca (234):49p.*
- Pinedo, D. & C. Soria 2008.** El manejo de las pesquerías en los ríos tropicales de Sudamérica. Copublicado en castellano por: Mayol Ediciones S. A. Bogota, Colombia. ISBN 978-958-8307-49-7. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (IDRC) ISBN 978-1-55250-420-8. © 2008 Instituto del Bien Comun, Peru.

**Reis R.E., Albert J.S., Dario F.D., Mincarones .M., Petry P. and Rocha L.A. 2016.**

Fish biodiversity and conservation in South America. *Journal of Fish Biology*. 89:12-47.

**Ricker, W.E. 1975.** Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada, Bulletin 191, Ottawa. <http://www.dfo-mpo.gc.ca/Library/1485.pdf>

**Riofrio Q., José C. 2002.** Aspectos biométricos y reproductivos de Boquichico *Prochilodus nigricans* Agassiz, 1829 (Pisces:Prochilodontidae) en Ucayali, Perú. *Rev.peru.biol.* 9(2): 111-115.

**Rocha Marcelo Salles. 2006.** Sistemática y Filogeografía de *Pimelodus blochii* (Siluriformes:Pimelodidae) da Amazonia.Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonia (INPA). Universidad Federal do Amazonas (UFAM). Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais para obtenção do título de Mestre em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS, área de concentração em Biologia de Água Doce e Pesca Interior. Manaus – AM- Brasil. 96 p.

**Rodríguez, Lily O. 1996 (ed).** Diversidad Biológica del Perú: Zonas prioritarias para su Conservación. Proyecto FANPE GTZ – INRENA. Ministerio de Agricultura, INRENA. Lima-Perú. 191 p.

**Ruffino, M.L. y V. J. Isaac. 1995.** Life cycle and biological parameters of several Brazilian Amazon fish species. *Fishbyte* section, 41-45 pp.

**Sparre, P.; Venema, S.C. 1998.** Introduction to tropical fish stock assessment. Part I. Manual. *FAO Fisheries Technical Paper*. No. 306.1, Rev. 2. Rome. FAO. 407 p.

**Tello Salvador y Bayley Peter. 2001.** La pesquería comercial de Loreto con énfasis en el análisis de la relación entre captura y esfuerzo pesquero de la flota comercial de Iquitos, Cuenca del Amazonas (Perú). *Folia Amazónica*. Vol. 12 N° 1-2: 123-139 p.

**Valderrama-Barco M, Zárate-Villarreal M. 1989.** Some ecological aspects and present state of the fishery of the Magdalena river basin, Colombia, South America. Pp. 40-421. En: Dodge DP (ed). *Proceedings of the international large river symposium. Canadian Special Publication, Fisheries and Aquatic Sciences* 106. Ottawa (Ontario), Canada.

**Vazzoler, A.E.A. de. 1979.** Manual de métodos para estudos biológicos de populações de peixes. Reprodução e crescimento. *CNPq*. 106 p.

**Vazzoler AE. 1996.** *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. Editora DAUFSC. Maringá (Paraná), Brasil.

**Welcomme, R.L. (1979).** Fisheries ecology of floodplains rivers. Longman, New York.



## ANEXOS

### ANEXO 1. Formato para Registro Biométrico



## INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

Área Funcional de Investigación en Aguas Continentales  
Módulo de Seguimiento de Pesquerías Amazónicas



**Fecha:** \_\_\_\_\_

**Especie:** "Bagre" *Pimelodus blochii*

**Procedencia** \_\_\_\_\_

| Marca de Clase | Conteo | Conteo Final |
|----------------|--------|--------------|
| 15             |        |              |
| 15.5           |        |              |
| 16             |        |              |
| 16.5           |        |              |
| 17             |        |              |
| 17.5           |        |              |
| 18             |        |              |
| 18.5           |        |              |
| 19             |        |              |
| 19.5           |        |              |
| 20             |        |              |
| 20.5           |        |              |
| 21             |        |              |
| 21.5           |        |              |
| 22             |        |              |
| 22.5           |        |              |
| 23             |        |              |
| 23.5           |        |              |
| 24             |        |              |
| 24.5           |        |              |
| 25             |        |              |
| 25.5           |        |              |
| 26             |        |              |
| 26.5           |        |              |
| 27             |        |              |
| 27.5           |        |              |
| 28             |        |              |
| 28.5           |        |              |
| 29             |        |              |
| 29.5           |        |              |
| 30             |        |              |
| 30.5           |        |              |
| 31             |        |              |
| 31.5           |        |              |
| 32             |        |              |
| 32.5           |        |              |
| 33             |        |              |
| 33.5           |        |              |
| 34             |        |              |
| 34.5           |        |              |
| 35             |        |              |



ANEXO 3. Frecuencia de ejemplares machos de bagre de la cuenca del río  
Ucayali por estadio de madurez (2013-2019)

| Marca de clase | ESTADIOS |     |     |    |    |
|----------------|----------|-----|-----|----|----|
|                | I        | II  | III | IV | V  |
| 10             | 6        |     |     |    |    |
| 11             | 6        | 2   |     |    |    |
| 12             | 21       | 12  |     |    |    |
| 13             | 35       | 21  |     |    |    |
| 14             | 39       | 60  |     |    |    |
| 15             | 33       | 135 | 2   |    |    |
| 16             | 25       | 192 | 6   |    |    |
| 17             | 26       | 271 | 11  |    |    |
| 18             | 26       | 313 | 8   |    |    |
| 19             | 7        | 343 | 25  | 1  | 1  |
| 20             | 4        | 297 | 30  | 2  | 3  |
| 21             | 1        | 255 | 35  | 1  | 10 |
| 22             |          | 188 | 26  | 1  | 9  |
| 23             |          | 104 | 14  | 2  | 16 |
| 24             |          | 1   |     |    |    |
| 25             |          | 3   | 1   |    |    |

ANEXO 4. Frecuencia de ejemplares hembras de bagre de la cuenca del río  
Ucayali por estadio de madurez (2013-2019)

| ESTADIOS       |    |     |     |    |   |
|----------------|----|-----|-----|----|---|
| Marca de clase | I  | II  | III | IV | V |
| 10             | 9  |     |     |    |   |
| 11             | 12 | 1   |     |    |   |
| 12             | 41 | 3   |     |    |   |
| 13             | 70 | 18  |     |    |   |
| 14             | 68 | 51  |     |    |   |
| 15             | 46 | 88  |     |    |   |
| 16             | 28 | 138 | 3   |    | 1 |
| 17             | 14 | 129 | 3   |    | 2 |
| 18             | 19 | 140 | 13  | 1  | 4 |
| 19             | 4  | 139 | 37  | 2  | 6 |
| 20             |    | 99  | 38  | 2  | 9 |
| 21             |    | 36  | 22  | 5  | 3 |
| 22             |    | 10  | 16  | 5  | 7 |
| 23             |    | 4   | 9   | 4  |   |
| 24             |    | 1   | 3   | 3  |   |
| 25             |    |     |     | 1  |   |
| 26             |    | 3   |     |    |   |

ANEXO 5. Regresiones para la estimación de la Longitud Total, Longitud Horquilla  
y Longitud Estándar de bagre de la cuenca del río Ucayali.

| Longitud | LT                                | LH                                 | LE                                |
|----------|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| LT       | ----                              | $LT = -0.13857489 + 1.20717526 LH$ | $LT = 0.08549815 + 1.28910635 LE$ |
| LH       | $LH = 1.80675725 + 0.746323 LT$   | ----                               | $LH = 0.51497196 + 1.04719337 LE$ |
| LE       | $LE = 1.55802116 + 0.69695349 LT$ | $LE = 0.18170521 + 0.91576973 LH$  | ----                              |

LT = Longitud Total

LH = Longitud Horquilla

LE = Longitud Estándar