

**Universidad Nacional Experimental
de los Llanos Occidentales
"EZEQUIEL ZAMORA"**



LA UNIVERSIDAD QUE SIEMBRA

**VICERRECTORADO
DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
ESTADO PORTUGUESA**

**COORDINACIÓN
ÁREA DE POSTGRADO**

**ECOLOGÍA REPRODUCTIVA Y PAUTAS DE MANEJO PESQUERO
DEL COPORO (*Prochilodus mariae*)
EN EL RÍO GUANARE, PORTUGUESA, VENEZUELA.**

**AUTOR: JULIO C. VELÁSQUEZ P.
TUTOR: OTTO E. CASTILLO G.**

GUANARE, AGOSTO DE 2018



La universidad que siembra

**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL
DE LOS LLANOS OCCIDENTALES
“EZEQUIEL ZAMORA”**

**Vicerrectorado de Producción Agrícola
Estado Portuguesa
Coordinación de Área de Postgrado
Postgrado en Manejo de Fauna Silvestre y Acuática**

**ECOLOGÍA REPRODUCTIVA Y PAUTAS DE MANEJO
PESQUERO DEL COPORO (*Prochilodus mariae*) EN EL
RÍO GUANARE, PORTUGUESA, VENEZUELA.**

**Requisito parcial para optar al grado de
*Magíster Scientiarum***

Autor: Julio Cesar Velásquez Pérez
C.I. 16.073.261
Tutor: Otto Enrique Castillo González

Guanare, agosto de 2018

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo Otto Enrique Castillo González, cédula de identidad N° 4.349.397, en mi carácter de tutor del Trabajo Especial de Grado, titulado “**Ecología reproductiva y pautas de manejo pesquero del coporo (*Prochilodus mariae*) en el río Guanare, Portuguesa, Venezuela**”. Presentado por el ciudadano Julio Cesar Velásquez Pérez, cédula de identidad 16.073.261, para optar al título de *Magister Scientiarium en Manejo de Fauna Silvestre y Acuática*, por medio de la presente certifico que he leído el trabajo y considero que reúne las condiciones necesarias para ser defendido y evaluado por el jurado examinador que se designe.

En la ciudad de Guanare, a los 10 días del mes de agosto del año dos mil dieciocho.

Nombre y Apellido: Otto E. Castillo G.



Firma de aprobación del tutor

Fecha de entrega: 10-08-2018

DEDICATORIA

Dedico el triunfo de haber culminado satisfactoriamente esta investigación primeramente a **DIOS TODOPODEROSO**, quien ha sido, es y será fuente de mi vida, fortaleza para mis obstáculos y símbolo de amor y perseverancia, que con su misericordia infinita y luz divina ha conducido mi camino para el logro de todas mis metas.

A mis hijos **LUIS AUGUSTO** y **LEONARDO D´ JESUS**, para que vean el camino que han emprendido sus padres y seamos fuentes de inspiración para su formación. Ejemplos de enseñanzas, constancia, perseverancia y dedicación, y que todo en la vida se hace con sacrificio para después cosechar el éxito. Para Ustedes este logro hijos.

A mis padres **ROSA** y **CESAR** quienes me enseñaron desde pequeño a luchar para alcanzar mis metas. Mi triunfo es el de Ustedes.

A mi esposa **YULYSMAR RAMOS**, quien me brindó su apoyo, entusiasmo, amor, cariño, comprensión y sobretodo por estar a mi lado cuando más la he necesitado. TE AMO!

Dedicado muy especial a tres grandes amigos que se fueron de este mundo terrenal y quienes dejaron un profundo vacío en mi corazón y quienes recuerdo muy afectuosamente porque fueron parte de mi vida y estuvieron durante gran parte de mi formación académica, profesional y personal. Para Uds este éxito †**ANGEL (CUÑAO) SERENO**, †**NAZET (KIKO) QUIÑONES** y †**ROSA ELENA SERENO**.

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mis más sinceros agradecimientos a todas aquellas personas que me brindaron su colaboración, conocimientos, apoyo incondicional y por sobre todo su gran amistad, que de alguna u otra manera me incentivaron a continuar y no desmayar en la ejecución y realización de esta investigación.

Primeramente a **DIOS**, por dame su bendición y esa fuerza de superación, para afrontar cada reto de mi vida, el cual es mi centro de inspiración e impulso para levantarme cuando me encuentro caído y continuar sin mirar atrás.

A mi amigo y colega profesor **Otto Castillo** por haber aceptado ser mi tutor, por ayudarme en cada momento en mi formación académica, por ser un amigo incondicional cuando lo he necesitado. Sus aportes valiosos son el reflejo de esta investigación, de mi formación profesional como profesor e investigador.

Al profesor **Danny Villegas** por su colaboración en el análisis estadístico de los datos pesqueros.

A los pescadores y amigos †**Nazet (Kiko) Quiñones, Leonel Graterol, Cirilo Graterol, Argenes Carrero, David Velásquez, Juan (Juancito) Gómez**, con quienes conviví durante un año y me ayudaron en la recolección de los datos pesqueros, incorporándome en sus faenas de pesca, compartiendo vivencias, experiencias y anécdotas de su vida como pescadores. Gracias por sus valiosos conocimientos.

A todos muchísimas gracias.....

INDICE GENERAL

LISTA DE TABLAS	ix
LISTA DE FIGURAS	x
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	4
1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA, OBJETIVOS, JUSTIFICACIÓN, ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	4
1.2. OBJETIVOS	6
1.2.1. General	6
1.2.2. Específicos	6
1.3. JUSTIFICACIÓN	6
1.4. ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN	8
1.4.1. Alcance teórico	8
1.4.2. Alcance temporal	8
1.4.3. Alcance espacial	8
CAPÍTULO II	9
2. MARCO TEÓRICO	9
2.1. ANTECEDENTES	9
2.2. BASES TEÓRICAS	13
2.2.1. Consideraciones del genero <i>Prochilodus</i>	13
2.2.2. Características morfológicas	14
2.2.3. Hábitat y ecología migratoria	15
2.2.4. Alimentación	16
2.2.5. Reproducción	16
2.2.6. Distribución	17

2.2.7. Uso y/o potencial	17
2.3. BASES CONCEPTUALES	17
2.3.1. Fauna silvestre	17
2.3.2. Manejo de fauna silvestre	18
2.3.3. Objetivos del manejo de fauna.....	19
2.3.3.1. Manejo pasivo.....	20
2.3.3.2. Manejo activo.....	20
2.3.4. Manejo pesquero	21
2.3.4.1. Manejo reactivo.....	22
2.3.4.2. Manejo adaptativo	22
2.3.4.3. Manejo comunitario o co-manejo	22
2.3.4.4. Manejo precautorio	22
2.3.4.5. Manejo ecosistémico.	23
2.3.5. Biología pesquera.....	23
2.3.6. Sostenibilidad.....	24
2.3.7. Normas técnicas de ordenamiento	25
2.3.8. Ordenación.....	25
2.3.9. Pesca responsable.....	25
2.3.10. Aprovechamiento sustentable	26
2.3.11. Talla o biomasa mínima	26
2.3.12. Veda.....	26
2.3.13. Sistema de Información Geográfica	26
2.3.14. Aplicaciones de los SIG en la conservación de la diversidad biológica, sistemas de áreas protegidas y manejo de fauna	27
CAPÍTULO III	30
3. MARCO METODOLÓGICO	
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	29
3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	29
3.3. ÁREA DE ESTUDIO.....	30
3.3.1. Ubicación.....	30

3.3.2. Caracterización físico-natural del área de estudio	30
3.4. METODOLOGÍA	33
3.4.1. Situación actual del coporo (<i>Prochilodus mariae</i>)	33
3.4.2. Aspectos ecológicos reproductivos de la especie	34
3.4.2.1. Frecuencia de longitudes por sexos separados	35
3.4.2.2. Proporción de sexos	35
3.4.2.3. Relación longitud-peso	35
3.4.2.4. Época reproductiva.....	35
3.4.2.5. Talla mínima (L_{25}) y media (L_{50}) de madurez sexual	36
3.4.2.6. Hábitats potenciales de cría, refugio y alimentación.....	36
3.4.3. Pautas de manejo para el aprovechamiento responsable y sustentable de la especie..	37
CAPÍTULO IV	38
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
4.4.1. Situación actual del coporo (<i>Prochilodus mariae</i>)	38
4.4.2. Aspectos ecológicos reproductivos de la especie	46
4.4.2.1. Frecuencia de longitudes por sexos separados	46
4.4.2.2. Proporción de sexos	49
4.4.2.3. Relación longitud-peso	50
4.4.2.4. Epoca reproductiva.....	51
4.4.2.5. Talla mínima (L_{25}) y media (L_{50}) de madurez sexual	53
4.4.2.6. Hábitats potenciales de cría, refugio y alimentación.....	60
4.4.3. Pautas de manejo para el aprovechamiento responsable y sustentable de la especie..	66
5. CONCLUSIONES.....	70
6. RECOMENDACIONES	74
7. REFERENCIAS	75
8. ANEXOS.....	85

LISTA DE TABLAS

1. Prueba de normalidad para la serie de producción (kg) anual de <i>Prochilodus mariae</i> registrada en el periodo 2002-2016.....	40
2. Prueba de autocorrelación seriada de los errores para la serie de producción (kg) anual de <i>Prochilodus mariae</i> registrada en el período 2002-2016.....	40
3. Especies capturadas durante el período de muestreo en el río Guanare	47
4. Analisis de regresión sobre las medidas corporales (PT vs LT) de ejemplares de <i>Prochilodus mariae</i>	51
5. Analisis de componentes principales de las variables medidas corporales, desarrollo gonadal y período de muestreo para ejemplares de <i>Prochilodus mariae</i>	56
6. Autovalores de la matriz de correlación de las variables medidas corporales, desarrollo gonadal y período de muestreo para ejemplares de <i>Prochilodus mariae</i>	57
7. Tallas mínimas sugeridas para <i>Prochilodus mariae</i> según leyes nacionales e internacionales	66
8. Pautas de manejo pesquero para el aprovechamiento de la especie <i>Prochilodus mariae</i>	67
9. Producción pesquera fluvial de las principales especies comerciales del estado Portuguesa. Período 2000-2016.....	85
10. Datos mensuales y anuales de precipitación de la estación Mesa de Cavacas, Guanare, Portuguesa. Período 2002-2013.....	86
11. Descripción de las diferentes escalas de desarrollo gonadal de los peces (Characiformes)	87

LISTA DE FIGURAS

1. Ubicación relativa del área de estudio.	32
2. Producción pesquera fluvial de las principales especies comerciales del estado Portuguesa. Período 2000-2016.....	38
3. Histograma de distribución de la producción anual de <i>Prochilodus mariae</i> . Período 2002-2016.....	39
4. Correlogramas de la función de autocorrelación total para la producción anual de <i>Prochilodus mariae</i> registrada en el período 2002-2016.....	41
5. Correlogramas de la función de autocorrelación parcial para la producción anual de <i>Prochilodus mariae</i> registrada en el período 2002-2016.....	43
6. Autocorrelaciones versus rezagos en la serie de producción anual de <i>Prochilodus mariae</i> registrada en el período 2002-2016.....	44
7. Cuantiles de la distribución normal de la producción anual de <i>Prochilodus mariae</i> . Período 2002-2016.....	45
8. Comparación anual de los datos de precipitación y producción de <i>Prochilodus mariae</i> registrados en el período 2002-2016.....	45
9. Distribución de longitudes por sexos separados de <i>Prochilodus mariae</i>	48
10. Diagrama de dispersión y recta de regresión de las variables corporales (PT vs LT) de <i>Prochilodus mariae</i>	50
11. Espectro reproductivo en machos y hembras de <i>Prochilodus mariae</i>	52
12. Distribución de frecuencias acumuladas para la LT en sexos combinados de <i>Prochilodus mariae</i>	54
13. Distribución de frecuencias acumuladas para la LE en sexos combinados de <i>Prochilodus mariae</i>	54
14. Frecuencia de longitudes (LT) y talla mínima y media reproductiva estimadas para <i>Prochilodus mariae</i>	55
15. Frecuencia de longitudes (LE) y talla mínima y media reproductiva estimadas para <i>Prochilodus mariae</i>	55

16. Proyección de los scores de las variables medidas corporales y desarrollo gonadal de ejemplares de <i>Prochilodus mariae</i> en el plano PC1*PC2.....	58
17. Dendrograma sobre las variables medidas corporales y desarrollo gonadal de ejemplares de <i>Prochilodus mariae</i>	59
18. Mapa de distribución de los puntos de muestreos, red hidrográfica y áreas inundadas (humedales).....	60
19. Variación temporal del uso de los suelos (vegetación y humedad) en imágenes satelital en color natural (RGB). Años 1986, 2000 y 2018	63
20. Variación espacio-temporal de los suelos mediante NDVI (Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada). Años 1986 y 2018.	64
21. Variación espacio-temporal de los suelos mediante Índice de Humedad. Años 1986 y 2018..	65
22. Ejemplar macho de <i>Prochilodus mariae</i>	88
23. Ejemplar hembra de <i>Prochilodus mariae</i>	88
24. Hembra de <i>Prochilodus mariae</i> en estadio I de desarrollo gonadal	89
25. Hembra de <i>Prochilodus mariae</i> en estadio II de desarrollo gonadal.....	89
26. Hembra de <i>Prochilodus mariae</i> en estadio III de desarrollo gonadal.....	90
27. Hembra de <i>Prochilodus mariae</i> en estadio III de desarrollo gonadal.....	90
28. Macho de <i>Prochilodus mariae</i> en estadio IV de desarrollo gonadal	91
29. Hembra de <i>Prochilodus mariae</i> en estadio IV de desarrollo gonadal	91
30. Macho de <i>Prochilodus mariae</i> en estadio V de desarrollo gonadal	92

UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DE LOS LLANOS
OCCIDENTALES “EZEQUIEL ZAMORA”
VICERRECTORADO DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
COORDINACIÓN DE ÁREA DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN MANEJO DE FAUNA SILVESTRE Y ACUÁTICA

Mención Manejo de Fauna Silvestre y Acuática

ECOLOGÍA REPRODUCTIVA Y PAUTAS DE MANEJO PESQUERO
DEL COPORO (*Prochilodus mariae*)
EN EL RÍO GUANARE, PORTUGUESA, VENEZUELA

AUTOR: Julio C. Velásquez

TUTOR: Otto Castillo

AÑO: 2018

RESUMEN

Se estudió la ecología reproductiva del coporo (*Prochilodus mariae*) en la parte media del río Guanare, con el propósito de establecer pautas de manejo pesquero para su aprovechamiento responsable y sustentable. Con base en la producción pesquera de las principales especies explotadas en el estado Portuguesa durante el período del 2000 hasta 2016, se apreció una tendencia a la disminución, sin embargo, especie como el coporo refleja fluctuaciones y cambios temporales durante todo el período. Se analizó la normalidad en la distribución de la producción del coporo mediante el gráfico Q-Q y se detectaron variaciones atípicas; posiblemente condicionadas por la distribución de las precipitaciones en la zona. Las mayores capturas se registraron durante los años de mayor precipitación y las menores durante los períodos más secos. Para el análisis de la estructura de tallas, se logró determinar el sexo a 479 individuos de un total de 863 capturados. La proporción de sexos fue favorable a las hembras (M:H=0,98:2,0). El período de mayor actividad reproductiva ocurrió en los meses de junio y julio, con inicio de la maduración sexual en el mes de mayo. Las tallas mínimas reproductivas (L_{25}) fueron de 24,3 cm de LE y 27,2 cm de LT, mientras que las tallas medias reproductivas (L_{50}) fueron 25,8 cm de LE y 28,9 cm de LT. Las variables de medidas corporales, desarrollo gonadal y período de muestreo fueron analizadas mediante el método multivariado de componentes principales y se determinó que existe una alta correlación (82,94%) entre estas. Se determinó como hábitat potencial para la cría, refugio y alimentación de la especie las sabanas inundables de los estados Portuguesa y Barinas, entre las localidades de Garcita y Río Viejo respectivamente. Se propusieron pautas de manejo pesquero a corto, mediano y largo plazo, con enfoques precautorios, adaptativos, ecosistémicos y de co-manejo.

Palabras clave: Ecología reproductiva, coporo, *Prochilodus mariae*, río Guanare, medidas corporales, desarrollo gonadal, hábitats potenciales de cría, índice de vegetación (NDVI), índice de humedad, manejo pesquero.

UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DE LOS LLANOS
OCCIDENTALES “EZEQUIEL ZAMORA”
VICERRECTORADO DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
COORDINACIÓN DE ÁREA DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN MANEJO DE FAUNA SILVESTRE Y ACUÁTICA

Mención Manejo de Fauna Silvestre y Acuática

REPRODUCTIVE ECOLOGY AND FISHING MANAGEMENT
GUIDELINES OF COPORO (*Prochilodus mariae*)
IN THE GUANARE RIVER, PORTUGUESA, VENEZUELA

AUTOR: Julio C. Velásquez

TUTOR: Otto Castillo

AÑO: 2018

ABSTRACT

The reproductive ecology of coporo (*Prochilodus mariae*) was studied in the middle part of the Guanare river, with the purpose of establishing fishing management guidelines for its responsible and sustainable use. Based on fishery production of the main exploited species in Portuguesa state during the period from 2000 to 2016, a downward trend was appreciated, however, a species such as coporo reflects fluctuations and temporary changes throughout the period. The normality in the distribution of the production of coporo was analysed by means the Q-Q graph and atypical variations were detected; possibly conditioned by the distribution of rainfall in the area. The highest captures were recorded during the years of greatest precipitations and the lowest during the driest periods. For the analysis of the size structure, it was achieved to determine the sex of 479 individuals from a total of 863 captured. The proportion of sex was favorable for females (M:H=0,98:2,0). The period of greatest reproductive activity occurred in the months of june and july, with the beginning of sexual maturation in the month of may. The minimum reproductive size (L_{25}) were 24,3 cm of SL and 27,2 cm of TL, while the medium reproductive size (L_{50}) were 25,8 cm of SL and 28,9 de TL. The variables of corporal measurement, gonadal development and sampling period were analyzed through the multivariate method of main components and it was determined that there is a high correlation (82,94%) between them. It was determined as a potential habitat for the breeding, refuge and feeding of the specie the floodplains of the state Portuguesa and Barinas, between the localities of Garcita and Río Viejo respectively. Fishing management guidelines were proposed in the short, medium and long term, with precautorious, adaptive, ecosystem and co-management approaches.

Key words. Reproductive ecology, coporo, *Prochilodus mariae*, Guanare river, corporal measures, gonadal development, potential breeding habitat, vegetation index (NDVI), moisture index, fishing management.

INTRODUCCIÓN.

El Orinoco es uno de los ríos más grande del mundo, es el tercero en caudal (38.000 m³/s) después del Amazonas y del Congo, y el segundo en diversidad íctica de Suramérica. La superficie de su cuenca es de 1.080.000 km² aproximadamente, de los cuales 70,5 % está en territorio venezolano (761.400 km²) y el resto en Colombia (318.600 km²). La longitud del Orinoco es de 2.060 km y tanto por su extensión territorial como por el volumen de agua escurrida, es la unidad hidrográfica dominante en Venezuela (Novoa 2002, Lasso *et al.* 2004, Rodríguez *et al.* 2007, Lasso y Sánchez-Duarte 2011).

Unas de las características más importantes de este sistema es la gran extensión de la planicie aluvial, estimada en 97.000 km², correspondiendo al delta interno del río Apure unos 70.000 km² y al delta costero unos 20.000 km², quedando los restantes 7.000 km² asociados a la zona anegadiza localizada a lo largo del canal principal de ese gran eje Orinoco-Apure (Cressa *et al.* 1993, Novoa 2002).

En Venezuela, el río Orinoco recibe el aporte de más de 2000 tributarios que pueden agruparse en 22 subcuencas (Mago 1970). El río Apure es el tributario más importante de la cuenca del río Orinoco en términos de área de drenaje, con una superficie de 167.000 km², la cual representa aproximadamente el 15% del área de la cuenca del Orinoco (Taphorn 1992). La extensión de la subcuenca del río Apure (Apuroquía) cubre territorios de los estados Portuguesa, Cojedes y Barinas, gran parte de los estado Apure y Guárico, así como, parte de los estado Táchira, Mérida, Trujillo, Lara, Yaracuy, Carabobo y Aragua (Winemiller *et al.* 1996).

La riqueza ictiológica del Orinoco es una de las mayores en el mundo, en la actualidad se reconocen 995 especies para toda la cuenca colombo-venezolana (939

especies para Venezuela), agrupadas en 20 órdenes, 77 familias y 421 géneros, siendo superada en toda Suramérica solamente por la cuenca del Amazonas con 2000 especies aproximadamente (Lasso *et al.* 2004).

De igual manera, para la subcuenca del Apure se estiman 390 especies, superada sólo por la subcuenca del delta con 410 especies (Lasso *et al.* 2004). Sobre esta diversa y rica ictiofauna se ha consolidado una actividad pesquera comercial significativa, de los cuales un pequeño porcentaje englobadas en 30 especies, tienen interés comercial (Novoa 2002).

Por otro lado, el estado Portuguesa, se caracteriza por poseer diversos ríos que tienen su origen en la cordillera del estado Mérida, en el territorio del estado Lara o en los propios llanos y forman parte de la subcuenca del Apure, entre estos destaca el río el Guanare. Este río nace en la unión de los ríos Chabasquén y Saguáz, y termina su desembocadura en el río Portuguesa en el estado Barinas. Su cuenca posee una superficie de 4.593 km² y representa el 30,37% de la superficie del estado, con una longitud de 403 km de cauce principal (INSOPESCA 2007).

El río Guanare, posee una gran importancia ecológica para la ictiofauna local, ya que ofrece una amplia superficie de distribución para la reproducción, refugio, alimentación y crecimiento de las diferentes especies que habitan tanto el cauce principal como en zonas inundables (humedales), además de proveer alimento proteico y una actividad económica a los pobladores rivereños y aledaños.

Durante los últimos años el INSOPESCA ha reportado las mayores capturas de especies de peces de interés comercial. En el año 2016, registró un total de 29 especies comerciales proveniente de los desembarques totales en el estado Portuguesa; entre las más importantes destacan: el coporo (*Prochilodus mariae*), los

bagres rayados (*Pseudoplatystoma metaense* y *P. orinocoense*), el caribe (*Pygocentrus cariba*) y la palometa (*Mylossoma albiscopum*).

En este contexto se destaca el alto potencial que posee el río Guanare para la diversidad biológica en especial para la ictiofauna y para el aprovechamiento de estos recursos por parte de los pobladores. Es por ello que, el presente trabajo de investigación estará destinado a desarrollar medidas para el manejo y aprovechamiento responsable y sustentable de la actividad pesquera, a través del conocimiento de la ecología reproductiva de la especie más importante para la economía pesquera en el estado Portuguesa y de Venezuela como es el coporo, *Prochilodus mariae*.

CAPÍTULO I

1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA, OBJETIVOS, JUSTIFICACIÓN, ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN.

1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

La Apuroquía y sus tributarios como el río Guanare en el estado Portuguesa, albergan una gran diversidad de ictiofauna, que durante muchos años ha servido como fuente de ingreso y suplemento proteico para muchas familias que se dedican a la pesca como principal actividad económica. Sin embargo, durante los últimos años, se ha notado la reducción sensible en las tallas de algunas especies migratorias en los diferentes puertos de desembarques fluvial, lo cual es un efecto propio de la pesca como consecuencia de la tasa de explotación sostenida y creciente que ejercen estas y otras actividades antrópicas.

Castillo (1990) señaló que en general las principales especies de interés comercial se encuentran en buen estado, con la excepción de los bagres rayados (*Pseudoplatystoma orinocoense* y *P. metaense*), y las cachamas negra (*Colossoma macropomum*) y blanca (*Piaractus brachypomus*), cuya producción está declinando por efecto de la sobrepesca y la alteración de hábitat.

Del mismo modo, Castillo *et al.* (2015) explicaron que tanto en la cuenca del río Guanare como del Portuguesa, especies como *Brachyplatystoma filamentosum*, *B. platynemum*, *B. rousseauxii* y *Platynemichthys nonatus* han desaparecido, mientras que especies de los géneros, *Pseudoplatystoma*, *Phractocephalus*, *Zungaro*, y los grandes serrasálmidos *Colossoma macropomum* y *Piaractus brachypomus* han presentado reducción considerable en las tallas de captura.

De igual manera, INSOPESCA en el 2007, refirió que el alto potencial para el desarrollo de la actividad pesquera en el estado Portuguesa, representado en varias especies comerciales, está en constante disminución debido a diversas causas. Entre las que destacan: la degradación de los cauces naturales a través de la eliminación irracional de las masas boscosas para la expansión de actividades agropecuaria, principalmente los bosques ribereños y sus zonas protectoras, colmatación de los cauces por la alta sedimentación, sobre-explotación de especies valiosas (alto valor comercial) con la utilización de artes de pesca prohibidas, irrespeto al calendario de vedas, incumplimiento de las tallas mínimas de captura, aumento progresivo de la población de pescadores, entre otras.

De los anteriores comentarios, se puede deducir que las pesquerías comerciales pueden llegar a colapsar a mediano plazo como consecuencia de sobrepesca biológica por crecimiento, que inmediatamente se traduciría en sobrepesca económica debido a la pérdida del valor unitario de las piezas cosechadas. En este sentido, conviene formularse las siguientes preguntas:

¿A partir del conocimiento de la bioecología de las especies migratorias y de gran importancia económica como es el coporo (*Prochilodus mariae*), se puede establecer y ejecutar un plan de manejo para la pesquería y ésta especie en particular?

¿Conociendo la época reproductiva del coporo (*Prochilodus mariae*) se puede establecer medidas de ordenamiento que permitan el aprovechamiento racional, responsable y sustentable de la especie en el río Guanare?

1.2. OBJETIVOS.

1.2.1. General.

- Conocer la ecología reproductiva del coporo (*Prochilodus mariae*) en el río Guanare del estado Portuguesa, y proponer pautas de manejo pesquero para el aprovechamiento sustentable.

1.2.2. Específicos.

- Evaluar la situación actual del coporo (*Prochilodus mariae*) en el río Guanare.
- Analizar los aspectos ecológicos reproductivos de la especie.
- Proponer pautas de manejo pesquero para el aprovechamiento responsable y sustentable de la especie.

1.3. JUSTIFICACIÓN.

Venezuela se caracteriza por poseer una red fluvial privilegiada, conformada por numerosos ríos que drenan desde el piedemonte andino, el centro del país y de los llanos colombianos, con una rica y diversa ictiofauna sobre la cual se ha consolidado una actividad pesquera comercial artesanal significativa, específicamente en los ríos de la subcuenca del Apure y la cuenca del Orinoco (INSOPESCA 2007).

Novoa (2002) explicó que la pesca comercial artesanal continental es el tercer sistema de producción pesquera del país, superado sólo por la sardina y el atún, con producciones entre 50.000 y 100.000 toneladas anuales.

La producción fluvial está representada en primer lugar por la especie comercial más importante en los ríos venezolanos; el coporo (*Prochilodus mariae*), que representa el 30% de los desembarques totales a nivel nacional, segundo los grandes bagres de la familia Pimelodidae (Novoa 2000, Silva *et al.* 2010). Estos datos son similares para el estado Portuguesa, donde *Prochilodus mariae*, es la especie de mayor abundancia e importancia en los principales ríos del estado, con aportes en el año 2016 de 317,5 toneladas, equivalentes al 63,58% de la producción pesquera, seguido de los bagres rayados (*Pseudoplatystoma orinocoense* y *P.metaense*) con 55 toneladas representando el 11,01% y el caribe (*Pygocentrus cariba*) con 20 toneladas equivalentes al 4% de la producción pesquera fluvial (INSOPESCA 2016).

Sin embargo, esta especie dulceacuícola que es la más explotada por las pesquerías de Venezuela y Colombia, y dada su importancia comercial y ecológica; dentro de la normativa nacional legal vigente, no se encuentra reglamentada para la explotación comercial, lo que ha ocasionado una gran presión pesquera sobre la especie, aunado a los severos impactos ambientales producto de las acciones antrópicas que provocan alteraciones en el flujo de los ríos y cambios en los niveles hidrológicos y que a su vez, podrían provocar la disminución en la abundancia de este recurso.

Uusi-Heikkil *et al.* (2015) reportaron que existen pocos análisis de las tallas de captura y de madurez sexual de *Prochilodus mariae*. Estos aspectos son importantes de evaluar, ya que la pesquería remueve de las poblaciones de peces, los individuos adultos de mayor talla y favorece los individuos de menor tamaño, los cuales concentran su energía para reproducirse tempranamente, lo que ocasiona disminución en la fecundidad y el reclutamiento y un aumento en la sensibilidad a cambios ambientales.

A partir de lo anteriormente expuesto, se hace imperativo conocer la ecología reproductiva del coporo, para poder establecer medidas o pautas de manejo que

permitan el aprovechamiento racional, responsable y sustentable del recurso, y a su vez garantice la permanencia de la especie en su área de distribución, enmarcado dentro de los criterios y las líneas de investigación de conservación de especies, uso de la fauna a través del aprovechamiento sostenible y priorización de hábitat para la conservación de especies.

1.4. ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN.

Alcance teórico. Los resultados de este trabajo servirán para planificar y manejar eficientemente los recursos pesqueros en los cuerpos de aguas y contribuir a la producción de alimento y garantizar la seguridad alimentaria.

Alcance temporal. El trabajo se realizó durante un año con muestreos mensuales que abarcaron los períodos de lluvia y sequía.

Alcance espacial. El trabajo se desarrolló en la parte media del río Guanare, entre las comunidades de Pirital en el municipio Guanarito estado Portuguesa y Río viejo, municipio Arismendi del estado Barinas.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.

2.1. ANTECEDENTES.

Barbarino *et al.* (1998) estudiaron la ecología del coporo (*Prochilodus mariae*) en el río Boconó y la represa Boconó-Tucupido del estado Portuguesa. Durante julio de 1988 y noviembre de 1989, realizaron muestreos mensuales en 4 zonas: en el río Boconó aguas arriba del embalse Boconó-Tucupido, en el embalse propiamente, en el río Boconó justo debajo de la represa entre los 0 y 4 km y entre los 4 y 16 km río abajo hasta la unión con el río Guanare. Los ejemplares capturados fueron medidos y pesados; además se les identificó sexo y se les examinó las condiciones y madurez de las gónadas.

Determinaron que los coporos se asocian principalmente a hábitats con valores de oxígeno disuelto mayores a 5.0 mg^{-1} . El 80% de los ejemplares fueron capturados en aguas poco profundas, 20% fueron capturados en áreas cercanas a la represa y ninguno fue capturado en aguas profundas. Las hembras maduraron en el anillo 2 aproximadamente a los 23 cm de LE y la mayoría de los machos alcanzaron la madurez en el anillo 2 aproximadamente entre los 17 y 23 cm de LE.

De igual manera, encontraron que los peces del embalse y aguas arriba eran más grandes y longevos (oscilaban entre 34,2 y 44,0 cm de LE y con pesos entre 993 y 2487 gr respectivamente) que los peces en el tramo del río justo debajo de la represa, el cual eran inmaduros (menores a 23 cm de LE).

Concluyeron que el ciclo de vida del coporo es complejo, la migración es una respuesta a los cambios estacionales en la disponibilidad y calidad del hábitat. Las extensas áreas inundables de los llanos bajos durante la temporada de lluvia, proporcionan un hábitat amplio y rico para la alimentación de los adultos y la alimentación, crecimiento y la supervivencia de las larvas y juveniles.

Rodríguez-Olarte y Kossowski (2004) estudiaron la reproducción de los peces y las consideraciones ambientales en eventos de crecidas en el río Portuguesa, específicamente en la zona de transición entre los llanos altos y el piedemonte, durante tres años (1999, 2000 y 2001); realizaron muestreos no sistemáticos en eventos de crecidas del río, donde colectaron información de las aguas tales como velocidad a 20 cm de profundidad, temperatura, alcalinidad y dureza, y recolectaron huevos de peces en la superficie del río mediante redes de mano con malla fina.

Determinaron que los eventos reproductivos de varias especies de peces que realizan movimientos locales de ascenso y descenso conocidos como peces migratorios, ocurren durante las máximas crecidas del río (en el mes de junio), entre los 100 y 150 m.s.n.m. y en condiciones específicas como: máxima velocidad del agua (mayor a 0,59 m/s), baja temperatura del agua (menor a 26 °c), baja alcalinidad (igual 34 mg/l) y baja dureza (igual a 51 mg/l).

Reportaron 10 especies de peces representantes de los órdenes Characiformes y Siluriformes e identificaron dos aspectos fundamentales en el ciclo reproductivo de los peces en los llanos altos y el piedemonte del río Portuguesa: un determinado caudal del río en el momento de máxima crecida permite el traslado de huevos o larvas y; posteriormente aguas abajo, haya un nivel óptimo de inundación y conexión con las planicies, que garantice un hábitat propicio a la progenie para su sobrevivencia.

Jaramillo-Villa y Jiménez-Segura (2008) analizaron algunos aspectos biológicos de la población de *Prochilodus magdalenae* en las ciénagas de Tumaradó (río Atrato), dentro del Parque Nacional Natural Katios, departamento del Chocó, Colombia; los ejemplares capturados se les registró longitud estándar (LE) y peso (P), además se les identificó sexo y estadio de madurez gonádica, posteriormente se les calcularon algunos parámetros como la talla mínima, media y máxima de captura para cada sexo, frecuencia de tallas, relación talla-peso y proporción sexual.

Los resultados obtenidos para un total de 355 individuos analizados fue: talla media de captura de 255 mm de LE, siendo para las hembras de 257 mm y para los machos de 245 mm; la talla mínima de captura 190 mm y la máxima de 380 mm. De igual manera, la relación longitud-peso no presentó diferencias significativas en el coeficiente de alometría entre los meses ($F_{(5; 342)} = 0,000045$; $p > 0,05$); la proporción sexual presentó diferencias significativas entre macho:hembra, el cual fue de 17,6:82,4; las hembras fueron predominantes durante todos los meses de muestreos.

Silva *et al.* (2010) evaluaron las pesquerías del coporo (*Prochilodus mariae*), con la finalidad de aportar información sobre las características de la pesquería y la condición actual de las poblaciones de esta especie en el delta del río Orinoco, tomando como base los desembarques realizados en dos puertos de mayor importancia, en el delta superior y medio del río Orinoco.

Realizaron muestreos durante 15 días continuos de cada mes, desde enero de 2006 hasta diciembre de 2007. Registraron las características biométricas de la especie como peso corporal (PC) en gramos y la longitud total (LT) en centímetros. Determinaron la composición de las estructuras de tallas y pesos, abundancia de la especie. Además realizaron encuestas socioeconómicas a pescadores y personas relacionadas con la actividad pesquera, con el fin de determinar la captura por unidad

de esfuerzo (CPUE) de la especie, considerando las horas de pesca como unidad de esfuerzo.

Los resultados del análisis de la producción pesquera, mostró que de un total de 40 especies registradas, el coporo fue la especie más abundante en ambos puertos; sin embargo, la contribución del coporo fue mayor en Barrancas (32,30%) que en Piacoa (21,36%). La información recopilada en las encuestas aplicadas arrojó que para la pesca del coporo, el arte más utilizado fue la red de ahorque denominada “coporera” con tamaño de malla de 4,5 puntas (4,5 centímetros entre nudos).

La distribución de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) se registraron en el período de ascenso de las aguas en el mes de octubre (4,2 kilogramos/horas) y las menores capturas fueron obtenidas en el mes de julio (0,2 kilogramos/horas).

Para el análisis de la estructura de tallas, se examinó un total de 923 individuos, cuya longitud osciló entre los 20,5 y 62,5 centímetros de LT, con una media de 30,44 centímetros. La distribución de tallas tuvo un comportamiento unimodal, concentrando el mayor número de ejemplares en la talla de 32 centímetros de LT.

Concluyeron que las pesquerías del coporo está concentrada en la captura promedio de individuos de 30 centímetros de LT, talla que sobrepasa a la de maduración de la especie de 28,5 cm de LT según lo establecido por Barbarino *et al.* en 1998. Esto sugiere que, a pesar de su abundante captura en las pesquerías artesanales del estado Delta Amacuro, la especie *Prochilodus mariae* no aparenta estar sobreexplotada.

Pérez *et al.* (2011) establecieron acciones para el ordenamiento de los recursos pesqueros de los llanos Occidentales de Venezuela, mediante propuestas de manejo pesquero integral en la cuenca del río Apure, que procure el desarrollo sustentable, a través de nuevos enfoques (precautorio, adaptativo, ecosistémico y participativo) que se ajusten a los intereses económicos, sociales y culturales de la sociedad.

Comentaron que en Venezuela, a pesar de tener una considerable trayectoria pesquera, escasamente se han implementado herramientas ecológicas, económicas o pesqueras, para el manejo de las pesquerías continentales. Por lo tanto, un plan de manejo pesquero para la cuenca del río Apure, debe comprender un conjunto de estrategias y tácticas para su implementación, a fin de garantizar la protección, conservación y propagación de los recursos pesqueros, residentes o migratorios. Entre estas estrategias destacan: Prohibición de pesca en sabanas inundables, establecer periodos de veda, establecer reservas de pesca, inventario de áreas críticas, monitoreo de la producción pesquera, organizar comités de vigilancia y control, ajustar el marco jurídico actual, entre otras.

Concluyeron que el marco jurídico e institucional ya existe. Sólo falta la voluntad política del estado, en definir las acciones mancomunadas con los pescadores, gestores, políticos y científicos, para el uso sustentable de los recursos hidrobiológicos de la Apuroquia.

Ramírez-Gil *et al.* (2015) a partir del comportamiento histórico (1980 a 2011) de las tallas de captura y tallas de madurez de hembras y machos de *Prochilodus mariae*, analizaron si la población de la parte alta del río Meta presentaba algún tipo de afectación evidenciable en las tallas medias de captura anual (TMCA) y tallas de madurez (TMG). La información fue colectada mediante muestreos a los desembarcos en Puerto López, Meta, Colombia.

Registraron un total de 13.444 individuos; cada ejemplar fue medido, pesado y sexado y se calcularon las TMCA y las tallas medias de captura mensuales (TMCM). Estos resultados se compararon entre años; se hicieron análisis de correlación con los niveles del río Metica y las anomalías ENSO. Se estimó la TMG al 25%, 50% y 75% por año.

El rango de las tallas de captura comercial para *P. mariae* fue de 14 a 45 cm longitud estándar (LE), con diferencia entre machos y hembras. La mayor TMCA de hembras (32,6 cm LE) y machos (32 cm LE) se presentó en el año 1980. En los años siguientes este parámetro osciló entre 30 y 26,4 cm LE en hembras y entre 26 y 29 cm LE en machos. En el ciclo anual las mayores TMCM de hembras se presentaron de abril a junio y de machos en mayo y junio. La TMG (L_{50}) de hembras, fue significativamente mayor en el año 1980 (33,5 cm LE), en los años siguientes osciló entre 27,1 y 31,8 cm; en machos varío entre 25,8 y 29,5 cm LE durante todo el período de estudio.

Los autores concluyeron que la población de *P. mariae* bajo presión de pesca en la zona de estudio, no se encontraba afectada por sobrepesca al crecimiento ni al reclutamiento.

2.2. BASES TEÓRICAS.

2.2.1 Consideraciones del género *Prochilodus*.

Los peces detritívoros del género *Prochilodus*, son considerados el soporte que sustenta la pesquería de los grandes ríos suramericanos, debido a que juegan un papel primordial en la transferencia de energía en la cadena trófica, contribuyen al ciclaje de nutrientes, regulan el transporte de carbono (Taylor *et al.* 2006, McIntyre *et al.* 2007) y representan más del 50% de la biomasa de estos ecosistemas (Bayley y Petreere 1989, Sverlij *et al.* 1993, Taylor *et al.* 2006). Según Castro y Vari (2004), el género *Prochilodus* incluye 13 especies, dentro de las cuales está el coporo (*Prochilodus mariae*), que presenta amplia distribución en la cuenca del Orinoco.

Rodríguez-Olarte *et al.* (2005) describió que en Venezuela los proquilodontidos están representados por tres especies: *Prochilodus mariae* (Eigenmann 1922) y *Prochilodus rubrotaeniatus* (Valenciennes 1849), presentes al norte y al sur del río Orinoco, respectivamente, y *Prochilodus reticulatus* (Valenciennes 1849), oriundo de la cuenca del Lago de Maracaibo.

2.2.2. Características morfológicas.

Los *Prochilodus*, poseen un cuerpo fusiforme, alargado y comprimido lateralmente, boca protráctil que le permite succionar el detrito y realizar raspado a sustratos (Bowen *et al.* 1984). De igual manera, Taphron (2003) describió que el coporo, tienen labios grandes, carnosos, evertibles con dientes muy pequeños, el cual forma un disco que les permite raspar algas de los sustratos duros, y succionar detritus de los niveles superiores de lodo. Las branquiespinas son finas y largas para permitir la filtración del plancton muy pequeño (Mago-Leccia 1972).

Su sistema digestivo está integrado por un estómago dividido en dos partes (cardíaco y pilórico): el primero, sirve de reserva y está cubierto por un epitelio superficial y glandular, que lo protege de la acción mecánica y secreciones de ácido clorhídrico y pepsinógeno; el segundo, es rígido, en él y en el intestino se realiza la digestión con ayuda de la acción enzimática que permite reducir las partículas ingeridas (Ortega y Yossa 2014). El esófago tiene la función de predigestión mecánica y química del alimento (Bowen *et al.* 1984, Chaves y Vazzoler 1984).

Poseen escamas ctenoideas en adultos y lisas en juveniles, una espina predorsal procumbente (Lasso y Sánchez-Duarte 2011), presenta el cuerpo color gris plateado, con bandas longitudinales oscuras en zigzag, debido a la pigmentación de las escamas. Las aletas dorsal, caudal y anal poseen manchas oscuras, formando líneas onduladas. Todas las aletas más o menos pigmentadas de rojo (Fernández *et al.* 2006).

2.2.3. Hábitat y ecología migratoria.

El coporo es un pez migratorio que habita tanto sistemas acuáticos lóticos (de agua corriente como en los ríos, arroyos y manantiales) como lénticos (de agua quieta o de escaso caudal como en los lagos, estanques, pantanos y embalses) de toda la cuenca del río Orinoco en Colombia y Venezuela, desde la parte alta hasta su desembocadura, en todos los tributarios y en el plano inundable (Mago-Leccia 1972, Beltran-Hostos *et al.* 2001, Silva *et al.* 2010). Se desplaza en cardúmenes, cerca de la superficie, ocupa tanto el canal principal de los ríos como las lagunas del plano de inundación, donde es muy abundante, tanto en su fase juvenil como adulto (Novoa 2002). Barbarino *et al.* (1998) estimaron cardúmenes conformados por 9.360.000 peces migrantes de los cuales el 84% eran coporos.

Prochilodus mariae, es una especie estrictamente dulceacuícola, con variaciones importantes en la abundancia dependiendo de la intensidad de la inundación. Esta especie desarrolla migraciones reproductivas longitudinales durante la época de lluvia y las larvas y juveniles entran a las áreas inundables cumpliendo con parte de su ciclo de vida. Durante esta época presenta la mayor actividad alimentaria, en los jóvenes el alimento les permite completar su desarrollo y en los adultos el exceso se acumula en forma de tejido adiposo a ambos lados de las gónadas, siendo utilizado como reserva energética durante los movimientos migratorios y eventos reproductivos (Machado-Allison 2005).

2.2.4. Alimentación.

Su hábito alimenticio es detritívoro, es decir se alimentan de materia orgánica en descomposición (Lilyestrom y Taphorn 1980) e iliófago porque aprovecha las algas y otros micro-organismos presentes en el fango. Se alimenta más activamente durante el período de aguas altas, acumulando grandes depósitos de grasa en el abdomen, la cual utiliza como fuente energética durante la migración (Novoa 2002); mientras que las larvas se alimentan principalmente de zooplankton como copépodos y cladóceros (Lasso y Sánchez-Duarte 2011).

2.2.5. Reproducción.

Alcanza su madurez sexual en uno o dos años a 232 mm de LE. No posee dimorfismo sexual, sólo se diferencia el macho por ser más delgado que la hembra. Generalmente las hembras maduran grandes cantidades de óvulos, los cuales son descargados durante la época de lluvias en el canal principal, siendo fecundados por el esperma secretado por los machos. Las larvas son arrastradas hacia las riberas cubiertas por gramíneas, donde se protegen y alimentan en sus primeras etapas de desarrollo (Machado-Allison 2005).

En el Apure y sus tributarios, el desove tiene lugar entre junio y julio. El coporo desova en el cauce en las áreas recién inundadas (Novoa 2002). Novoa y Ramos (1982) registraron una fecundidad entre 80.425 y 824.265 huevos en el área de inundación y entre 65.360 a 187.620 huevos en el cauce principal del río Orinoco, mientras que Taphorn (1992) reportó que una hembra puede depositar entre 300.000 y 1.000.000 huevos.

2.2.6. Distribución.

La especie *Prochilodus mariae* es endémica del río Orinoco en la cuenca de Colombia y Venezuela y el río Casiquiare en Venezuela, que drena la parte alta del río Negro en la cuenca del río Amazonas. Es una especie dominante en ríos de piedemonte andino que forman parte de la cuenca del río Orinoco (Castro y Vari 2004).

2.2.7. Uso y/o potencial.

Posee potencial forrajero ya que forman parte de la dieta de numerosas especies comerciales predadores como la payara (*Hydrolycus armatus*) y los grandes bagres de la familia Pimelodidae, además de ser la principal fuente de proteína para muchas familias rurales, especialmente en la período seco, donde la pesca de subsistencia quizás sea tan grande como la comercial. (Taphorn 2003, Fernández *et al.* 2006).

2.3. BASES CONCEPTUALES.

2.3.1. Fauna silvestre.

La fauna silvestre, en un sentido amplio, abarca todos los animales no domésticos. El término “vida silvestre”, equivalente a wildlife en inglés, es aún más amplio (Wing 1951, Schuerholz y Mann 1979, Usher 1986); sin embargo, el término fauna silvestre

se emplea generalmente en un sentido más específico para denominar al conjunto de animales que concuerda con el uso cotidiano de esta expresión (Beltrán 1966, Giles 1978, Gondelles *et al.* 1981).

Molina (2009) definió que los animales silvestres o fauna silvestre se le llaman a todos los que viven en el medio natural y desarrollan todas sus funciones vitales sin requerir de la intervención del hombre.

La fauna silvestre es uno de los recursos naturales renovables básicos, junto al agua, el aire, el suelo y la vegetación. La expresión recurso fauna implica una valoración subjetiva, empleando como criterio la utilidad directa, real o potencial, de un conjunto de animales para el hombre. Lleva implícita una connotación utilitaria, pero no involucra siempre una extracción (Ojasti y Dallmeier 2000).

2.3.2. Manejo de fauna.

Giles (1971, 1978) definió manejo de fauna como la ciencia y el arte de decidir y actuar para manipular la estructura, dinámica y relaciones entre poblaciones de animales silvestres, sus hábitats y la gente, a fin de alcanzar determinados objetivos humanos por medio del recurso fauna silvestre. El binomio “ciencia y arte” significa investigación y aplicación como actividades esenciales en el manejo de fauna; “decidir y actuar” expresa la función gerencial implícita en el manejo de cualquier recurso, es decir, adoptar las decisiones más acertadas desde el punto de vista técnico y enmarcadas en una política coherente; “manipular” quiere decir que el hombre orienta activamente los eventos naturales hacia una dirección deseada. La esencia de esta definición radica en el triángulo animales silvestres-hábitat-gente que integra los tres componentes que involucran cualquier plan de manejo (Ojasti y Dallmeier 2000).

Otra definición (Molina 2009) indica que el manejo de fauna es un proceso ordenado de toma de decisiones y ejecución de acciones, fundamentados en conocimientos científicos y destinados a satisfacer las demandas por la fauna silvestre con el máximo provecho colectivo. Esto se logra por medio de la manipulación y seguimiento de poblaciones de animales silvestres y sus hábitats, así como por la regulación de las acciones del hombre sobre los mismos.

2.3.3. Objetivos del manejo de fauna.

El manejo de la fauna empieza con la identificación de los problemas que deben resolverse por medio de acciones con un determinado objetivo humano. Las medidas para alcanzar el objetivo no forman parte del mismo sino que representan los métodos del plan. La formulación de objetivos claros, concisos, evaluables y compatibles con la realidad y por lo tanto alcanzables es fundamental para guiar las acciones a realizar y para lograr los resultados esperados. Asimismo, el éxito del manejo se mide contrastando los logros con los objetivos (Ojasti y Dallmeier 2000).

Los objetivos de fondo del manejo de fauna son expectativas, o propósitos humanos, que pueden originarse en las aspiraciones o demandas, intuitivas o explícitas de diversos sectores de la colectividad. El cazador desea amplio acceso a las presas de su preferencia, el agricultor quiere proteger sus cultivos de animales que puedan causarles daños, el intendente o director de un parque nacional procura preservar la diversidad biológica, ciertos grupos ecologistas luchan por la prohibición total de la caza, el promotor de ecoturismo aspira contar con la presencia permanente de animales vistosos, etc. Además, en la planificación y administración ambiental se detectan problemas diversos que demandan soluciones. De esta manera se generan muchos objetivos potenciales, parcialmente solapados y hasta antagónicos. El manejador de fauna puede resolver aspectos de carácter técnico, pero a menudo es preferible que un equipo de profesionales vinculados con el tema, conjuntamente con

representantes de la comunidad local, identifique, evalúe, defina y seleccione por consenso los objetivos o problemas a resolver (Anderson y Hurley 1980, McNeely 1988).

Existen 4 objetivos principales en el manejo de fauna silvestre, mediante dos formas de manejo:

2.3.3.1. Manejo pasivo: cuando el objetivo único es **preservar** o **proteger** una entidad natural (población, ecosistema, área) contra toda intervención humana, dejándola desenvolverse a merced de los procesos naturales. Este tipo de manejo es la regla general en los parques nacionales y puede englobarse llamarse pasivo no significa ausencia de esfuerzo, porque llevarlo a cabo implica buena guardería y seguimiento.

2.3.3.2. Manejo activo: implica cambiar la situación actual mediante una intervención directa y planificada sobre la fauna, su hábitat y usuarios, con el objeto de:

1) Aumentar la población (abundancia, distribución, producción), que es lo indicado para rescatar y fomentar las poblaciones deterioradas o amenazadas.

2) Estabilizar la población o sea evitar los altibajos y lograr una abundancia o producción sostenible en un nivel deseable. Este suele ser el caso más frecuente en el manejo rutinario para un aprovechamiento sostenido.

3) Reducir la población para controlar el impacto de las especies que se comportan como plagas. Aquí tiene lugar también el control de depredadores y competidores de las especies domésticas o silvestres que se quieren fomentar.

Existen, por lo tanto, cuatro tipos principales de objetivos de manejo: preservar, aumentar, estabilizar y reducir (Caughley 1977, Giles 1978).

Manejar, investigar o trabajar no son objetivos sino actividades. La formulación de objetivos debe tomar en cuenta la población, u otra entidad objeto del manejo, el área, el lapso de ejecución y tipo de uso o beneficiario. Un objetivo bien formulado concentra la atención en lo esencial. Conviene plantear uno solo o en todo caso pocos objetivos para un plan o proyecto concreto y subdividirlos luego en objetivos específicos (Ojasti y Dallmeier 2000).

2.3.4. Manejo pesquero.

Es un proceso ordenado de toma de decisiones y ejecución de acciones a través de un conjunto de estrategias y tácticas que permitan garantizar la protección, conservación y propagación de los recursos pesqueros, residentes o migratorios (Pérez *et al.* 2011).

La historia del manejo de los recursos pesqueros está estrechamente asociada con la transformación de las personas y la naturaleza en mercancías al servicio de una explotación eficiente y a menudo rapaz para la industrialización, el capitalismo y el colonialismo (Chapman 2008).

Las pesquerías de pequeña escala, el cual se basan a menudo en sistemas multiespecíficos de especies y stocks, y en el mantenimiento de diversas actividades productivas tales como la comercialización de productos pesqueros, fabricación de hielo, entre otros (Grant *et al.* 2007, Berkes 2008), necesitan de un tipo de manejo que permita a los pescadores organizarse y manejarse a sí mismos, de manera que

aprendan, se adapten y respondan a los constantes cambios de éstas (Berkes *et al.* 2006).

En la actualidad, existen cinco enfoques en el manejo pesquero para el desarrollo de una determinada política pesquera:

2.3.4.1. Manejo reactivo: es el caso donde el Estado es el administrador del recurso y actúa cuando un evento (ambiental, económico o político) toma lugar, forzándolo a actuar. Lo hace bajo reglas más o menos invariables, implementa medidas adicionales o hace modificación de aquellas ya existentes, sin conducir un análisis sobre las causas del problema, por lo que trata de acompañar (generalmente sin éxito) la repuesta del ecosistema y del mecanismo bioeconómico que generó ese evento (Caddy y Mahon 1995).

2.3.4.2. Manejo adaptativo: está basado en un proceso de retroalimentación que envuelve la actualización de los datos, la evaluación y el análisis, así como la generación de nuevas estrategias. La agencia administradora definirá las acciones en función del diálogo entre los principales actores (pescadores, políticos y científicos). Esta perspectiva permite aprender del sistema y su reacción a las diferentes medidas de manejo, o adaptar el manejo a esas necesidades (Walters 1986, Walters y Johnson 1991).

2.3.4.3. Manejo comunitario o co-manejo: es el proceso de colaboración y participación en la toma de decisiones entre grupos de usuarios representativos, agencias gubernamentales y organizaciones no gubernamentales (Jentoft *et al.* 1998). Hace que las agencias gubernamentales y los pescadores compartan la autoridad y la responsabilidad en las funciones de manejo de los recursos, de modo que facilita la descentralización de las responsabilidades de manejo de los recursos para los grupos

de usuarios, proporcionándole cierto nivel de autonomía dentro del marco legal institucional (Baird 1994).

2.3.4.4. Manejo precautorio: consiste en aplicar un conjunto de criterios y medidas conservadoras para minimizar el riesgo de colapso de los recursos pesqueros (García *et al.* 2000), especialmente cuando el conocimiento científico es muy limitado y asumiendo que las predicciones tendrían un alto grado de incertidumbre (Caddy 1999).

2.3.4.5. Manejo ecosistémico: este tipo de manejo busca proteger el potencial productivo del ecosistema de manera holística, el cual incluye la conservación de la diversidad de las especies y de los hábitats. La conservación de la biodiversidad es consistente con las actividades de sustento de los pescadores de pequeña escala y la necesidad de mantener la diversidad de los recursos de los cuales dependen (Pitcher y Pauly 1998).

2.3.5. Biología pesquera.

Abarca el estudio de las especies acuáticas que se utilizan como un recurso para el hombre; implica disciplina como la taxonomía, para identificar y clasificar animales y plantas acuáticas, estudiar dinámicas de las poblaciones, estudio del ciclo de vida, análisis estadístico y de laboratorio, como análisis de partes duras (huesos y escamas) e histología (cortes de tejido gonadal). Con el estudio de la biología de las especies se evalúan poblaciones y se obtienen datos que pueden responder interrogantes como: ¿cuánto, cuándo, dónde y cómo? El “cuánto” es considerado para determinar la biomasa disponible; el “cuándo” y el “dónde” se refieren a la distribución de la población, tanto en el espacio como en el tiempo; el “cómo” se relaciona con aspectos conductuales que consideren la vulnerabilidad de las especies (Espino-Barr *et al.* 2008).

Como parte de la biología pesquera, *la dinámica de poblaciones* estudia la población de una especie como una unidad viviente o sistema funcional (Ehrhardt 1981). Se analiza el cambio en el número de individuos de una población y de los factores que tienen influencia, como las tasas de pérdida (mortalidad) y ganancia o reemplazo (natalidad, crecimiento). Su objetivo es entender el estado actual de las poblaciones acuáticas y explicar los cambios naturales o del hombre, y esto permite hacer previsiones que describan a la población mediante la elaboración de modelos. Cuanto más exactos sean los datos, mejor será el modelo y más precisas las predicciones (Espino-Barr *et al.* 2008).

2.3.6. Sostenibilidad.

Tradicionalmente se entiende por uso *ecológicamente sostenible* aquel nivel de aprovechamiento de una población que no rebasa su producción. Esto concuerda con la noción de sostenibilidad económica cuando el capital se mantiene porque los gastos no exceden los ingresos (Ojasti y Dallmeier 2000).

La IUCN (1994), definió el uso sostenible como un “uso que no reduce el futuro uso potencial ni perjudica la viabilidad a largo plazo de la especie utilizada o de otras especies, y que es compatible con el mantenimiento a largo plazo de la viabilidad del ecosistema que sostiene o depende de la especie utilizada”.

De esta manera, para que un recurso sea sostenible deberá minimizar los riesgos del agotamiento de la población utilizada, la reducción de su diversidad genética y asegurar que el uso de la población no reduzca la capacidad de su hábitat para sostener ésta u otras especies. Además de la sostenibilidad ecológica, el uso debería ser económicamente viable y satisfacer las necesidades básicas de la población; de no

ser así, se generan presiones para aumentar la extracción en detrimento de la capacidad productiva del recurso (Ojasti y Dallmeier 2000).

En un contexto más amplio, el uso ecológicamente sostenible forma parte del desarrollo sostenible, que se define como “la ordenación y conservación de la base de recursos naturales, y la orientación tecnológica e institucional, de tal manera que se asegure la continua satisfacción de las necesidades humanas para las generaciones presentes y futuras (Brack-Egg 1994). Este estilo de desarrollo no promueve un crecimiento económico año tras año, sino impulsa un mejoramiento cualitativo del bienestar humano, por medio del uso sostenible de los recursos disponibles, con tecnologías locales que eviten el despilfarro y los costos ambientales, así como una justa distribución de los bienes producidos entre la población (Goodland 1995).

2.3.7. Norma técnica de ordenamiento.

Es una regla o directriz para las actividades pesqueras, acuícolas y conexas; diseñada con el fin de conseguir y optimizar el ordenamiento de los recursos hidrobiológicos (Venezuela 2014).

2.3.8. Ordenación.

Es el conjunto de normas y acciones que permiten administrar una pesquería o sistemas de producción acuícolas, sobre la base del conocimiento actualizado o bajo criterios de precaución, de sus componentes biológicos, ecológicos, pesqueros, económicos y sociales (Venezuela 2014).

2.3.9. Pesca responsable.

Es la utilización sustentable de los recursos pesqueros en equilibrio con el ambiente, el uso de prácticas de capturas y acuicultura que no sean dañinas a los ecosistemas, a los recursos ni a su calidad. Así mismo, la incorporación de valores agregados a tales productos mediante procesos de transformación que satisfagan los estándares sanitarios y el empleo de prácticas de comercialización, que permitan el acceso a las personas de productos de buena calidad (Venezuela 2014).

2.3.10. Aprovechamiento sustentable.

Utilización mantenida de la diversidad biológica de forma tal, que satisfaga las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades (Venezuela 2014).

2.3.11. Talla o biomasa mínima.

Medida de longitud o de extensión de una parte del cuerpo de un animal, o biomasa (peso) que fija la norma técnica de ordenamiento para controlar o limitar la captura o la comercialización de los recursos pesqueros o acuícolas (Venezuela 2014).

2.3.12. Veda.

Es la prohibición o restricción de la actividad pesquera comercial por medio de un acto administrativo mediante el cual se dictan medidas de ordenamiento pesquero, de carácter definitivo, temporal o espacial, a especies de peces obedeciendo a la talla, biomasa, estado de madurez sexual o volumen de captura (Venezuela 2014).

2.3.13. Sistema de información geográfica.

Rodríguez-Lloret y Olivella (s/f) definieron que un Sistema de Información Geográfica (SIG) es un sistema de hardware, software, datos, personas, organizaciones y convenios institucionales para la recopilación, almacenamiento, análisis y distribución de información de territorios de la Tierra.

Chrisman (2003) definió que los SIG son las acciones organizadas con que las personas miden aspectos de fenómenos y procesos geográficos para enfatizar cuestiones espaciales, entidades y relaciones. Operan bajo estas representaciones, descubren nuevas relaciones mediante la integración de diferentes fuentes y transforman estas representaciones.

Los SIG se pueden definir dependiendo de los grupos de personas que los utilizan:

- Un contenedor de mapas digitales (el público general).
- Un conjunto de herramientas para la resolución de problemas geográficos (gestores, planificadores).
- Un sistema de ayuda a la toma de decisiones espaciales (gestores científicos e investigadores).
- Un inventario mecanizado de capas geográficamente distribuidas y servicios (gestores de recursos y responsables de logística).
- Una herramienta para la demostración de lo que es invisible en la información geográfica (científicos e investigadores).

- Una herramienta para llevar a cabo operaciones con datos espaciales que son demasiados pesados, costosos o imprecisos manualmente (gestores de recursos, planificadores, cartógrafos, entre otros).

2.3.14. Aplicaciones de los SIG en la conservación de la diversidad biológica, sistemas de áreas protegidas y manejo de fauna.

Moreira-Muñoz (1996) expresó que los SIG poseen un alto potencial para apoyar los estudios de conservación de la diversidad biológica, puesto que para la mantención de especies, comunidades y ecosistemas, es imprescindible el conocimiento de su distribución en el espacio. Entre las aplicaciones de los SIG en esta área están el análisis de localización de especies nativas y su relación con las variables ambientales, la migración de especies de fauna, la complementación de bases de datos ya existentes, así como diversos aspectos del diseño de áreas silvestres protegidas.

Otras aplicaciones a una escala regional se han desarrollado en el diseño de áreas protegidas, siendo una de las técnicas más difundidas la superposición de áreas de distribución de especies con los límites de las áreas protegidas existentes. A esto se suele incorporar la variable propiedad de la tierra, de forma de establecer la factibilidad operativa de incorporar las áreas con mayor riqueza de especies al sistema de áreas protegidas.

De igual manera, el SIG puede ser utilizado para orientar estrategias de manejo y conservación de la fauna, por medio del análisis de factores tales como: disponibilidad de alimentos, protección frente a depredadores, potencialidad de áreas para nidificación, cría y reproducción, índices de presión sobre la fauna, índices de salud de los ecosistemas, vulnerabilidad, entre otros.

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO.

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.

De acuerdo a los objetivos la investigación es no experimental, porque se realizó sin manipular las variables independientes, y de campo ya que consistió, en la recolección de datos, sin manipular o controlar variables, es decir, obtener información sin alterar las condiciones existentes.

Kerlinger (2002) definió el diseño no experimental como la búsqueda empírica y sistemática en la que el científico no posee control directo de las variables independientes, debido a que sus manifestaciones ya han ocurrido, o que son inherentemente no manipulables. Se hacen inferencias sobre las relaciones entre las variables, sin intervención directa sobre la variación simultánea de las variables independientes y dependientes.

La investigación de campo se define como la recolección de datos directamente de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar las variables. Estudia los fenómenos sociales en su ambiente natural (Palella y Martins 2010).

3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

Se realizó un trabajo enmarcado en una investigación explicativa, porque se logró poner en práctica los avances en las ciencias básicas, mediante diversas acciones de carácter práctico. Arias (2012) definió la investigación explicativa como

aquella que se encarga de buscar el porqué de los hechos, mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto. En este sentido, los estudios explicativos pueden ocuparse tanto de la determinación de las causas (Investigación post facto), como de los efectos (Investigación experimental), mediante la prueba de hipótesis, sus resultados y conclusiones constituyen el nivel más profundo de conocimientos.

3.3. ÁREA DE ESTUDIO.

3.3.1. Ubicación.

La investigación se llevó a cabo en la parte media del río Guanare, específicamente entre las comunidades pesqueras del sector Pirital del municipio Guanarito estado Portuguesa y el sector Río Viejo del municipio Arismendi del estado Barinas, entre las coordenadas WGS84 / UTM zona 19, 957048 N; 507325 E y 931436 N; 553891 E (figura 1).

3.3.2. Características físico-naturales.

El río Guanare es un afluente de gran importancia en la cuenca del Apure; esta cuenca tiene origen en las estribaciones andinas y es la zona de transición entre los Llanos Occidentales y los Andes venezolanos (Hidalgo 1991). El clima es isotérmico, con precipitaciones promedio anual de 1.125,4 mm, temperatura media anual es de 26,4°C y humedad relativa promedio anual de 72%. El promedio de evaporación mensual es de 146,24 mm y el anual de 1.754,9 mm (INMH 2005). La mayor parte de las lluvias se concentran entre los meses de mayo y agosto, y escasamente ocurre alguna lluvia entre enero y marzo (Winemiller *et al.* 1996).

Los suelos son principalmente de origen aluvial con material proveniente de los Andes y son muy fértiles. El principal uso de la tierra en la zona es el agrícola, con

agricultura de subsistencia como el conuco estable y la agricultura migratoria; además de la ganadería (Schargel y Cuello, 1999).

En cuanto a las unidades de vegetación presentes, existen sabanas arboladas, relictos de bosques de galería, siempre verdes y deciduos, arbustales, matorrales, bosques mixtos, rastrojos, pastos cultivados y otros sembradíos permanentes y no permanentes (Cuello, 1999).

Los hábitats acuáticos al sureste de Portuguesa y noreste de Barinas, durante la temporada de lluvias permanecen casi todos anegados por una lámina de inundación lateral poco profunda que cubre la planicie aluvial (Winemiller *et al.* 1996).

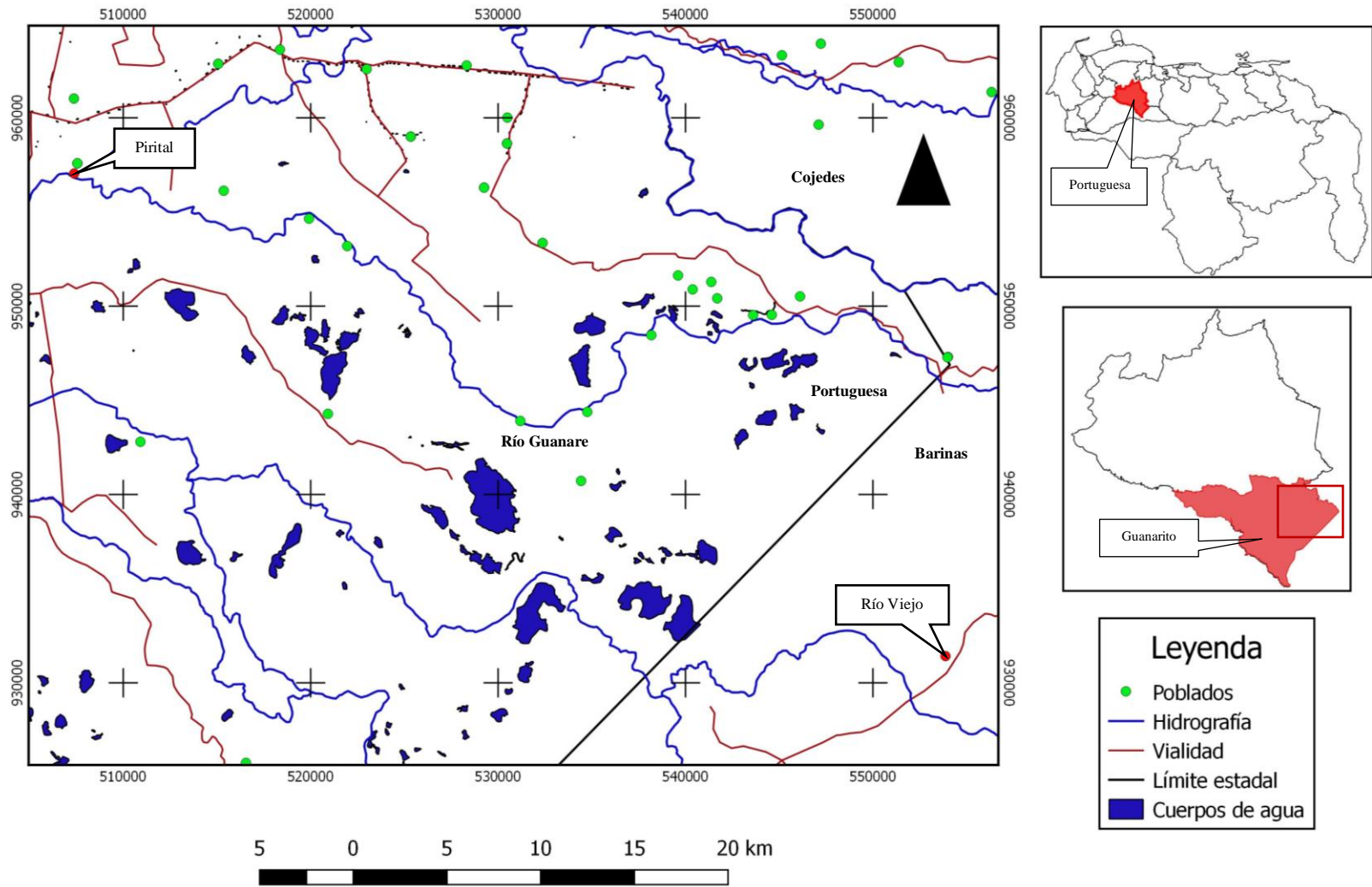


Figura 1. Ubicación relativa del área de estudio.

3.4. METODOLOGÍA

3.4.1. Situación actual de la especie *Prochilodus mariae* (coporo).

Se realizaron consultas al Instituto Socialista de la Pesca y Acuicultura (INSOPESCA) subgerencia Portuguesa, donde se obtuvo la data de producción pesquera fluvial del estado (registros de capturas mensuales y anuales de las principales especies comerciales) durante el período 2000-2016, de igual manera, se obtuvieron datos de precipitación media anual, periodo 2002-2013, provenientes de la estación Mesa de Cavacas, municipio Guanare del Ministerio del Ambiente (MINAMB) actual Ministerio de Ecosocialismo y Aguas (MINEA) oficina estatal Portuguesa.

Los datos de producción del coporo fueron procesados estadísticamente mediante el análisis de serie temporal univariante, con el fin de observar el comportamiento de la producción anual de la especie a lo largo de todo el período de estudio, la presencia o no de períodos cíclicos (ciclos estacionales) y lo posibles cambios en la tendencia de la serie, se construyó un histograma de producción con su densidad ajustada, un gráfico Q-Q de distribución normal para describir la distribución de las producción en términos de simetría y detectar variaciones atípicas en la serie temporal.

Se realizaron pruebas como la de Wilk-Shapiro para verificar el supuesto de normalidad, y la de Durbin-Watson con el fin de verificar el supuesto de autocorrelación serial de los residuales.

De igual manera, se graficaron los correlogramas correspondientes a la función de autocorrelación total y parcial, así como los scatter plot de las autocorrelaciones versus los rezagos con el fin de inferir sobre el tipo de estructura de autocorrelación serial de los errores.

Por otro lado, se realizó una descripción estadística de la precipitación anual considerando medidas de tendencia central y de dispersión o variabilidad y se establecieron comparaciones con la distribución de la producción anual de *Prochilodus mariae*.

3.4.2. Aspectos ecológicos reproductivos de la especie.

Se colectó información a través de muestreos aleatorios mensuales durante doce meses, donde se abarcó los cuatro períodos hidrológicos (sequía, entrada de aguas, aguas altas y bajada de aguas). Los datos fueron registrados *in situ*, con la ayuda de seis pescadores que realizan la actividad comercial con dos trenes de pesca (embarcaciones artesanales propulsadas con motor fuera de borda). Los peces capturados se les determinaron variables corporales como: longitud total (LT) en centímetros, longitud estándar (LE) en centímetros y peso total del pez (PT) en gramos; y se les identificó el sexo (S) a través de una incisión en la parte ventral de cada individuo y determinó el desarrollo de madurez de las gónadas (DMG).

Las variables corporales y sexuales se estudiaron estadísticamente mediante el análisis multivariado de componentes principales (AMCP) con el entorno o lenguaje de programación de libre acceso *R-Project* versión 3.4.3. como técnica exploratoria, el cual permitió discriminar las variables tanto en términos corporales como sexuales y determinar patrones de variación por separados. Se realizó un gráfico de scores de la especie en el plano bidimensional con unidades estandarizadas y un gráfico de dendrograma de Clusters; con el propósito de clasificar los individuos en subgrupos homogéneos y determinar posibles stocks o grupos por estructuras de longitudes y/o edades, así como identificar patrones de asociación lineal entre las variables.

De igual manera se calcularon parámetros como:

3.4.2.1. Frecuencia de longitudes por sexos.

Los individuos capturados fueron agrupados por intervalos de longitudes y sexos separados, se construyó un gráfico de estructura de tamaños y se analizaron las frecuencias de longitudes (LT) máximas y mínimas de machos y hembras durante el período de muestreo.

3.4.2.2. Proporción de sexos.

Se contabilizó el número machos y hembras capturados durante el periodo de muestreo, y se determinó la proporción sexual relación macho-hembra (M:H) mediante clases de tamaños.

3.4.2.3. Relación longitud-peso.

Se comparó la estructura de la longitud por el peso del pez y se determinó si existen diferencias significativas entre estas a través de la prueba de *t* Studen y F de análisis de varianza, además se construyó un diagrama de dispersión con recta de regresión.

3.4.2.4. Época reproductiva de la especie de acuerdo al desarrollo de las gónadas.

Utilizando el método de Espectro de Reproducción Anual (ERA), basado en la presencia de individuos en estadios de desarrollo gonadal I, II, III, IV, V y VI, según la escala propuesta por Castillo (1988), se determinó el inicio de la maduración sexual, época de mayor actividad reproductiva y desove de los individuos.

3.4.2.5. Talla mínima (L_{25}) y media (L_{50}) de madurez sexual de la especie.

El tamaño mínimo (L_{25}) y medio (L_{50}) de madurez sexual, fue estimado para sexos combinados. Los individuos sexualmente maduros (estadios de desarrollo gonadal III, IV y V) fueron seleccionados y agrupados por clases de tallas de dos centímetros tanto de longitud total (LT) como de longitud estándar (LE), se realizó el análisis estadístico mediante el porcentaje de distribución de frecuencias acumuladas. Las tallas mínimas y medias de maduración sexual fueron tomadas como las tallas en la cual el 25 y 50% respectivamente de los individuos están biológicamente maduros para la primera etapa reproductiva.

3.4.2.6. Potenciales hábitats de cría, refugio y alimentación de la especie.

Inicialmente en cada sitio donde fueron capturados los ejemplares de la especie, se tomaron puntos georreferenciados mediante un sistema de posicionamiento global (GPS) marca Magellan, modelo eXplorist XL y presión de 10 m. Estos puntos fueron tabulados y representados en un sistema de información geográfica (SIG), con el programa Quantum GIS (QGIS) versión 2.18. Se utilizó una imagen satelital del año 2014 de google satellite, mediante la aplicación OpenLayers plugin, para hacer comparaciones con la cartografía base del estado y se generó un mapa temático.

Posteriormente se utilizó la plataforma web “Landsat Explorer”, el cual es una interfaz que permite el análisis y procesamiento de imágenes satelital vía online, donde se obtuvieron imágenes de los años 1986, 2000 y 2018 de los satélites Landsat 5, Landsat 7 y Landsat 8 respectivamente, allí se observaron los sitios de mayor incidencia en las capturas de los peces y se les aplicaron combinaciones de bandas multispectrales para obtener imágenes en color natural (RBG), aplicar índice de vegetación (NDVI) y humedad; lo cual permitió interpretar y analizar las variaciones espacio-temporal del usos de los suelos, vegetación y agua; e identificar potenciales

hábitats de cría, refugio y alimentación en los ciclos críticos de la vida de *Prochilodus mariae*.

3.4.3. Pautas de manejo para el aprovechamiento responsable y sustentable de la especie.

Para generar propuestas y pautas de manejo se tomó como referencia los resultados obtenidos en los aspectos ecológicos de la especie (específicamente la ubicación de las áreas potenciales para el refugio, cría y alimentación y la talla mínima y media de madurez sexual). Se realizaron comparaciones con las leyes nacionales vigentes como las Resoluciones N° 140 y N° 003 que regulan la pesca comercial artesanal en los ríos y cuerpos de agua ubicados en los estados Apure, Barinas, Cojedes, Portuguesa, Táchira y los afluentes de los ríos del estado Guárico que drenan hacia el río Apure, exceptuando los ríos de la cuenca del Lago de Maracaibo en el estado Táchira, así como las Áreas Bajo Régimen de Administración Especial, de fecha 09 de mayo de 1991 y 12 de junio del 2002 respectivamente, y las leyes internacionales como la Resolución N° 1087 de fecha 29 de abril de 1981, la cual reglamenta las tallas mínimas de captura para las especies ícticas de la Orinoquía Colombiana. Complementariamente dichas pautas se enmarcaron dentro de los objetivos del manejo de la fauna silvestre y los enfoques de manejo pesquero (precautorio, adaptativo, co-manejo y ecosistémico).

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. Situación actual de la especie *Prochilodus mariae* (coporo).

Los reportes de la producción pesquera de las principales especies explotadas en el estado Portuguesa durante el período del 2000 hasta 2016, reflejan la disminución considerable de varias especies de gran importancia comercial; sobre todo especies como los serrasalmidos cachama negra (*Colossoma macropomum*) y cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) y los pimelodidos bagres rayados cabezona (*Pseudoplatystoma fasciatum*) y matafraile (*P. tigrinum*); sin embargo, especies como el coporo (*Prochilodus mariae*) refleja fluctuaciones y cambios temporales durante todo el período (figura 2).

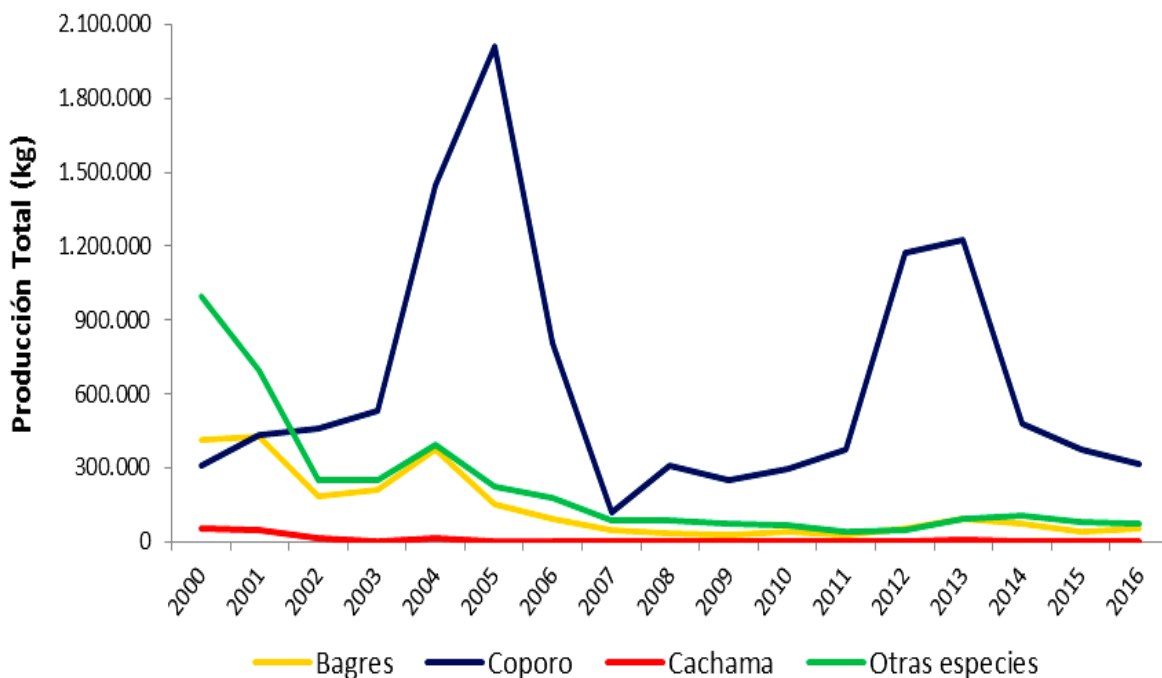


Figura 2. Producción pesquera fluvial de las principales especies comerciales del estado Portuguesa. Período 2000-2016.

Al analizar los patrones de la serie temporal de la producción del coporo durante el período de estudio, se detectaron la presencia de dos ciclos estacionales bien definidos; un primer ciclo en el período 2000-2007, con un pico máximo en la producción en el año 2005 y un segundo ciclo entre los años 2008-2016, con la presencia de dos picos máximos en la producción en los años 2012 y 2013. Estas fluctuaciones o cambios temporales pudieran estar condicionados o sesgados por algunos factores ambientales más que por factores de extracción masiva.

En la figura 3, se graficaron los datos de producción anual de *Prochilodus mariae* durante el período 2002-2016; y se observa un comportamiento de patrones de tendencias normalizadas con ciclos cortos entre estos con cierta simetría no perfecta.

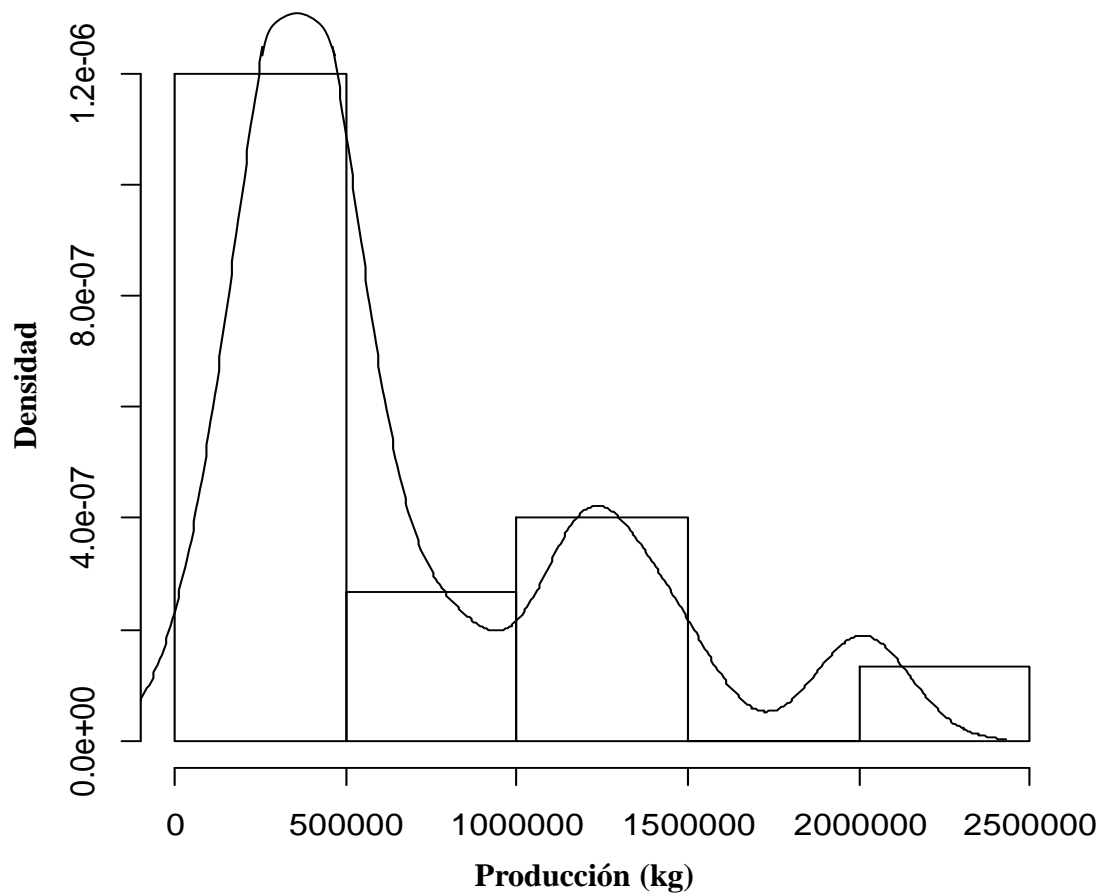


Figura 3. Histograma de distribución de la producción anual de *Prochilodus mariae*. Período 2002-2016

Para verificar el supuesto de normalidad en la distribución de estos datos, se realizó la prueba de Wilk-Shapiro (tabla 1) y; mediante la prueba de Durbin-Watson se determinó el supuesto de autocorrelación serial de los residuales (tabla 2).

Tabla 1. Prueba de normalidad para la serie de producción (kg) anual de *Prochilodus mariae* registrada en el período 2002-2016.

Prueba	Valor estadístico	P valor
Wilk-Shapiro	0,82811	0,008635

P < 0,01: Los errores muestran autocorrelación serial.

Tabla 2. Prueba de autocorrelación seriada de los errores para la serie de producción (kg) anual de *Prochilodus mariae* registrada en el período 2002-2016.

Estadístico de prueba (DW)	n	P valor
1,1182	15	0,01371

P < 0,01: Los errores muestran autocorrelación serial.

Aun cuando los datos de producción del coporo para el período de estudio presentan distribución normalizada (W=0,82811), se detectaron autocorrelación entre los valores (DW=1,1182) que pueden ser representados mediante el modelo matemático:

$$Y_t = T_t + S_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

donde; Y_t representa la producción anual en el año t, T_t representa el componente de tendencia, S_t representa el componente estacional y ε_t representa el componente de error en el tiempo t.

En la figura 4 se presentan los correlogramas de función de autocorrelación total para la serie analizada, estos correlogramas muestran que, por ejemplo, los residuales del modelo (1) parecen estar autocorrelacionados, ya que los coeficientes de autocorrelación para todos los retardos sobrepasan los límites de significancia.

Del mismo modo, la función de autocorrelación total muestra un comportamiento en el cual existen al principio una serie de valores no nulos que se van amortiguando a lo largo del tiempo, es decir, disminuye exponencialmente y presenta un patrón de onda sinusoidal achatada.

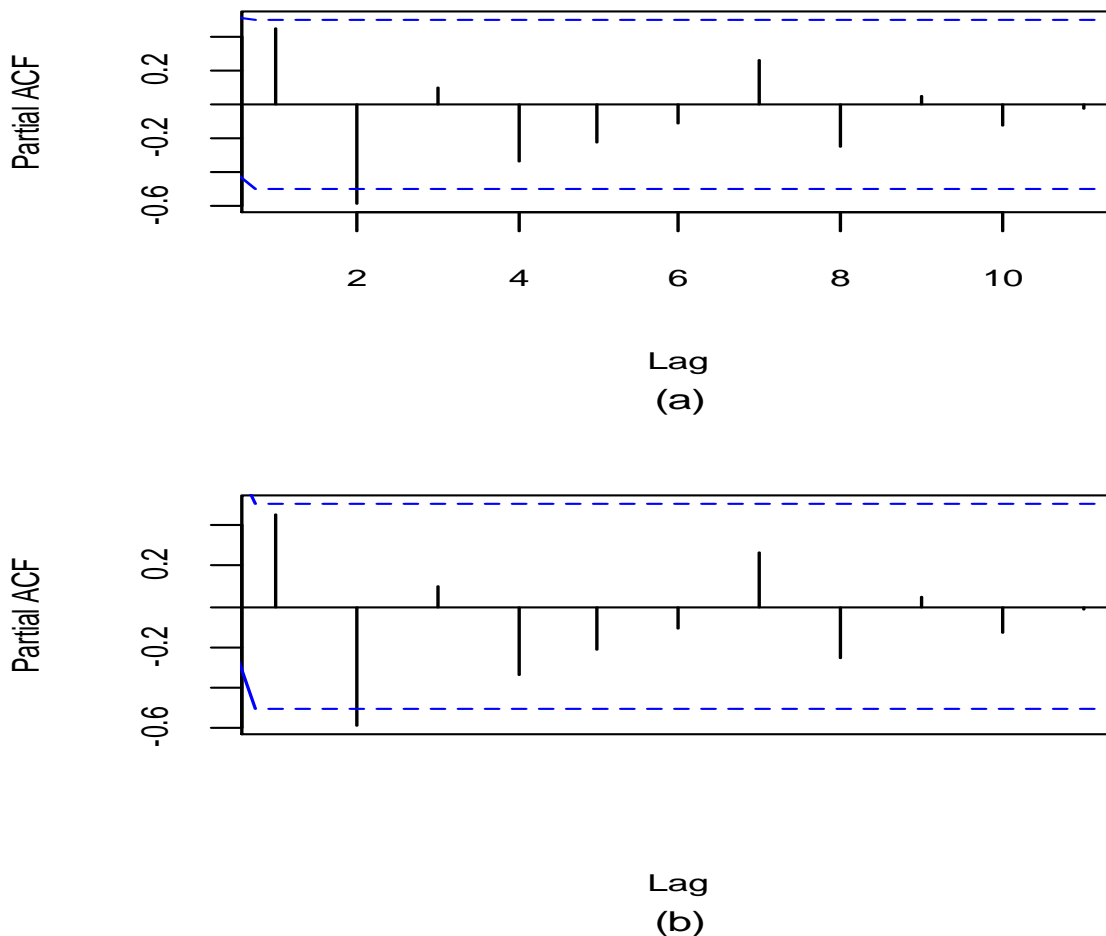


Figura 4. Correlogramas de la función de autocorrelación total para la producción anual de *Prochilodus mariae* registrada en el período 2002-2016.

Con base en estos análisis se modifica el modelo (1), y se considera un modelo autorregresivo de orden p (AR(p)) para los residuales de la forma:

$$\varepsilon_t = \sum_{i=1}^p \phi_i \varepsilon_{t-1} + \epsilon_t$$

donde; p es el orden del modelo autorregresivo y ϵ_t es un componente de ruido blanco.

La presencia de un componente autorregresivo es una característica muy común del comportamiento de muchas variables. Por ejemplo, el modelo AR(1) explica adecuadamente las variaciones de baja frecuencia y puede ser necesario utilizar modelos de mayor orden ($p > 1$) cuando se requiere una modelación más precisa de las variables.

Sin embargo, en la figura 5 se muestran los correlogramas de la función de autocorrelación parcial, y se observan picos significativos en los rezagos y un único valor no nulo, lo cual nos indica como si la serie pudiese ser modelada a través de un modelo AR(1).

Así mismo, en la figura 6, se observa que las autocorrelaciones en el primer orden (rezago) sugiere una correlación entre los datos. En ese sentido, los scatters plot dan indicios acerca de la dependencia entre la serie y sus rezagos para la determinación de la estructura autorregresiva. De allí que, entre la serie de producción anual del coporo registrada en el período 2002-2016 y el rezago de orden 1 parece existir una asociación importante, la cual se debilita al aumentar en orden del rezago a partir del rezago 2.

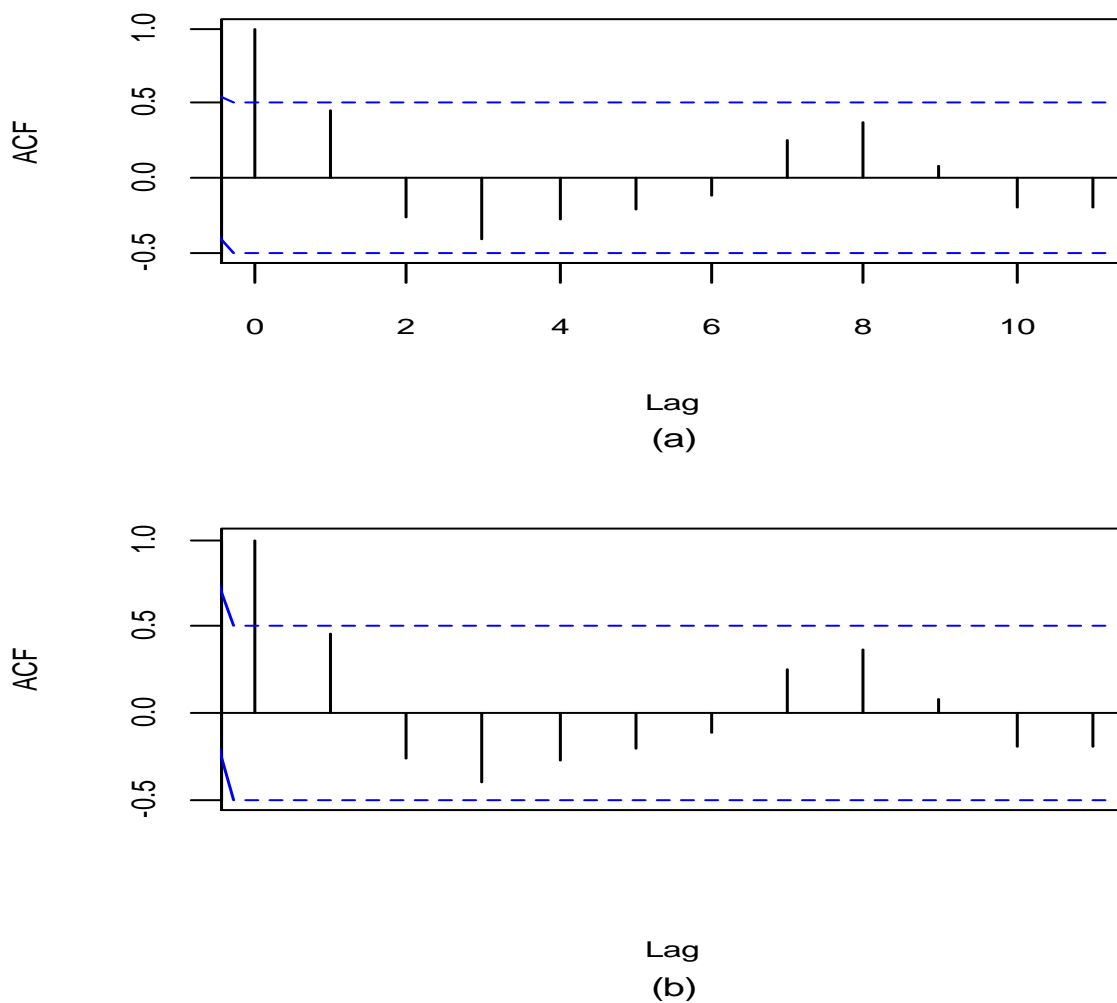


Figura 5. Correlogramas de la función de autocorrelación parcial para la producción anual de *Prochilodus mariae* registrada en el período 2002-2016.

De igual manera, en el gráfico Q-Q de distribución normal (figura 7) se detectaron variaciones atípicas en las distribución de los datos de producción del coporo durante la serie de tiempo, estas variaciones se observan en cuatro puntos de cuantiles, los cuales representan los cuatro picos máximos de producción de la especie durante los años 2004, 2005, 2012 y 2013 respectivamente.

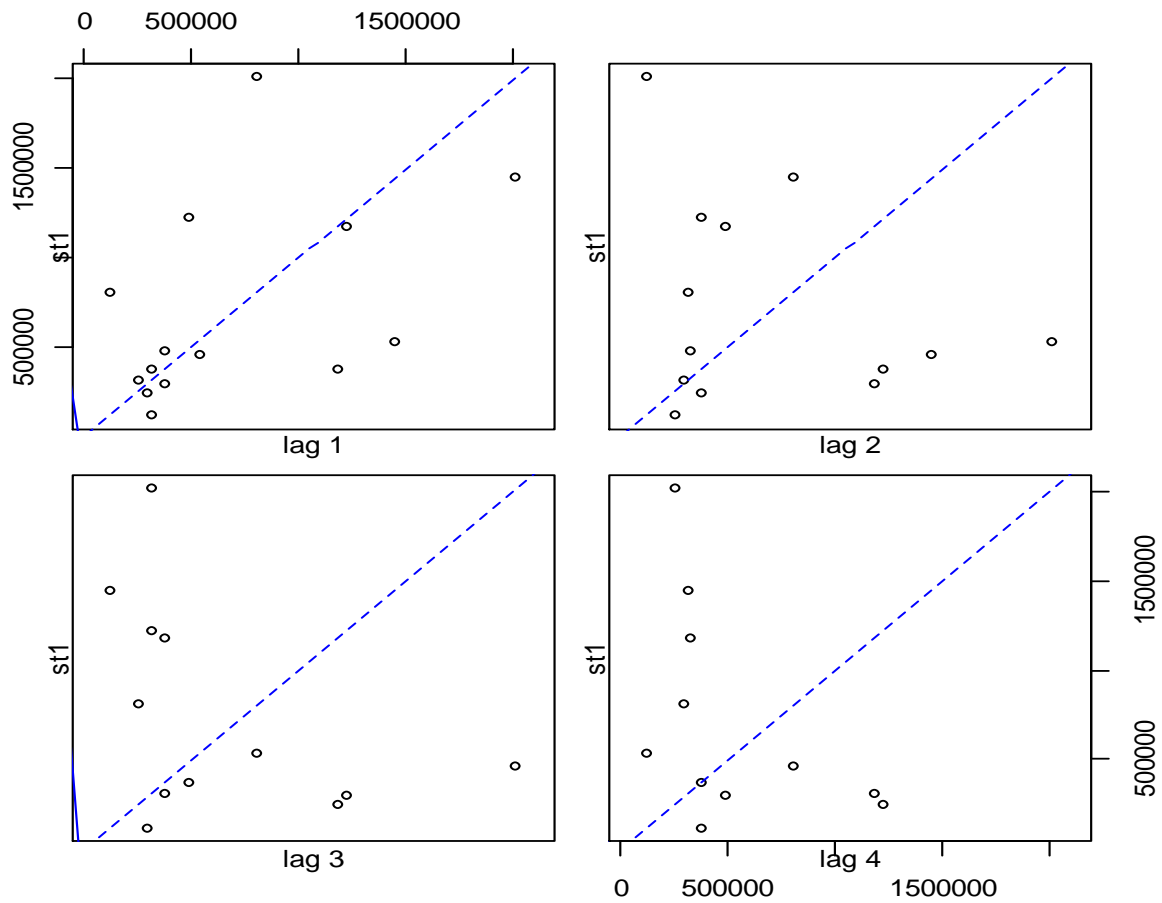


Figura 6. Autocorrelaciones versus rezagos en la serie de producción anual de *Prochilodus mariae* registrada en el período 2002-2016.

Al comparar esta distribución de la producción con los datos de precipitación anual del período 2002 al 2016, se ve claramente que existe una asociación entre ambas variables (figura 8), lo que permite inferir que la producción del coporo está condicionada o sesgada por la distribución de las precipitaciones en la zona, donde las mayores capturas se presentan durante los años de mayor precipitación y contrariamente las menores capturas ocurren durante los períodos más secos.

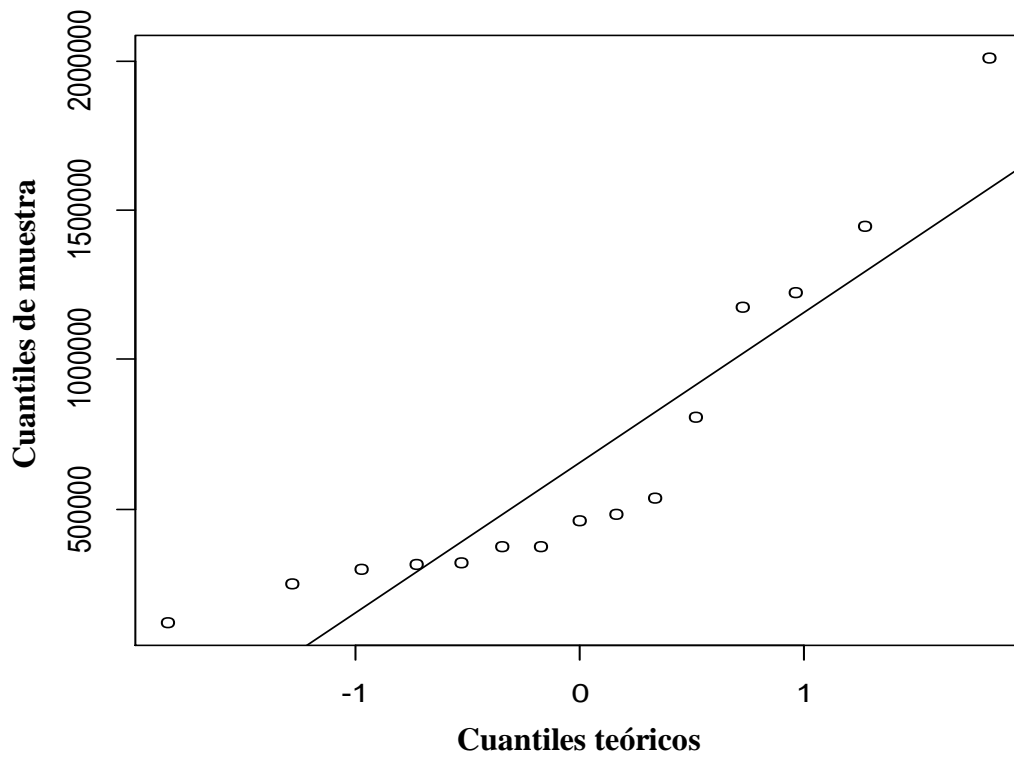


Figura 7. Cuantiles de la distribución normal de la producción (Kg) anual de *Prochilodus mariae* registrada en el período 2002-2016.

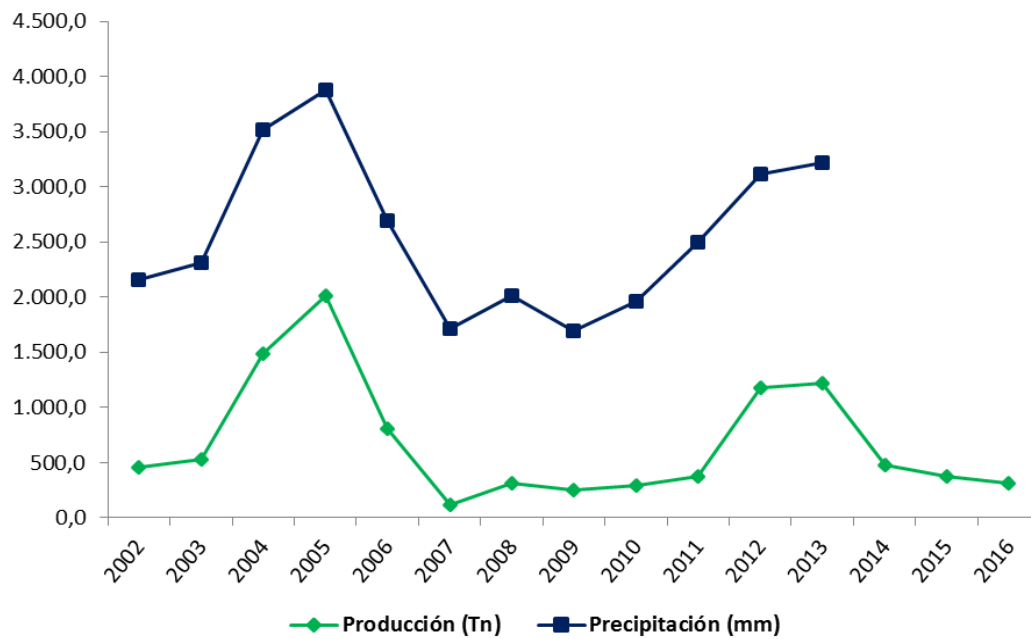


Figura 8. Comparación anual de datos de precipitación y producción anual de *Prochilodus mariae* registrados en el período 2002-2016.

Los resultados anteriores, permiten analizar diversos aspectos; en general, toda serie de tiempo presenta autocorrelación (errores) en sus datos que, la prueba de Durbin-Watson permite detectar estos errores y corregirlos mediante modelos matemáticos, para este caso, los errores efectivamente fueron corregidos a través de una función de primer orden en los rezagos (AR(1)). La tendencia de la producción del coporo no se pudo establecer ya que los datos aun presentan un período corto de tiempo (15 años) y que para establecer un modelo que permita predecir el comportamiento y su tendencia se requiere por los menos de 25 años de datos. De igual manera, sólo se puede observar que existe una asociación lineal entre las variables de producción anual del coporo y las precipitaciones anuales e inferir que esta asociación influye en el comportamiento migratorio y reproductivo de la especie. Para determinar la correlación efectiva entre las variables se requiere ampliar los años de captación de datos en ambas variables.

4.2. Aspectos ecológicos reproductivos de la especie.

Durante todo el período de muestreo se logró capturar un total de 24 especies de peces de interés comercial, donde la especie predominante tanto en biomasa como en abundancia fue *Prochilodus mariae* (tabla 3).

4.2.1. Frecuencia de longitudes por sexos de *Prochilodus mariae*.

Para el análisis de la estructura de tamaños, se examinaron y determinó sexo a 479 individuos de un total de 863 capturados, de los cuales 318 fueron hembras, 161 machos y 62 indefinidos (figura 9). La mayoría de los peces capturados (88%) oscilaron entre los 24 y 31 cm de LT. Estos resultados son similares a los reportados por Barbarino *et al.* (1998) donde, la mayoría de los coporos capturados en el río Boconó en un tramo aguas debajo de la represa Boconó-Tucupido, específicamente entre los 4-16 km hasta la unión con el río Guanare, presentaron longitudes mayores a 23 cm de LE (73%), con promedio de 27, 1 cm.

Tabla 3. Especies capturadas durante el período de muestreo en el río Guanare.

Especie	Nombre Científico	Nombre Común	Captura (kg)
1	<i>Prochilodus mariae</i>	Coporo	338,55
2	<i>Pseudoplatystoma tigrinum</i>	B. Rayado Matafraile	276,15
3	<i>Piaractus brachypomus</i>	Cachama blanca	230,70
4	<i>Zungaro zungaro</i>	Toruno/Bagre amarillo	211,30
5	<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i>	B. Rayado Cabezona	180,85
6	<i>Colossoma macropomum</i>	Cachama negra/Cherna	96,95
7	<i>Mylossoma duriventre</i>	Palometa	84,65
8	<i>Leporinus cir. friderici</i>	Mije	49,65
9	<i>Plagioscion squamosissimus</i>	Curbina	22,80
10	<i>Pinirampus pirinampu</i>	Lebranche/B. blanco	17,00
11	<i>Cephalosilurus apurensis</i>	Bagre Sapo	15,80
12	<i>Sorubimichthys planiceps</i>	Doncella	15,00
13	<i>Pygocentrus cariba</i>	Caribe colorado	14,70
14	<i>Brachyplatystoma juruense</i>	Cunaguaro	12,90
15	<i>Ageneiosus inermis</i>	Rambao	11,90
16	<i>Schizodon scotorhabdotus</i>	Tuso	11,85
17	<i>Leiarius marmoratus</i>	Yaque/Bagre negro	7,60
18	<i>Hydrolycus armatus</i>	Payara	6,60
19	<i>Serrasalmus rhombeus</i>	Caribe negro (Pinche)	1,30
20	<i>Potamorhina altamazonica</i>	Manamana	1,20
21	<i>Calophysus macropterus</i>	Mapurite	1,00
22	<i>Brycon whitei</i>	Bocona/Palambra	0,75
23	<i>Sorubim lima</i>	Paleta	0,40
24	<i>Curimata cerasina</i>	Coporito, pecho rojo	0,20

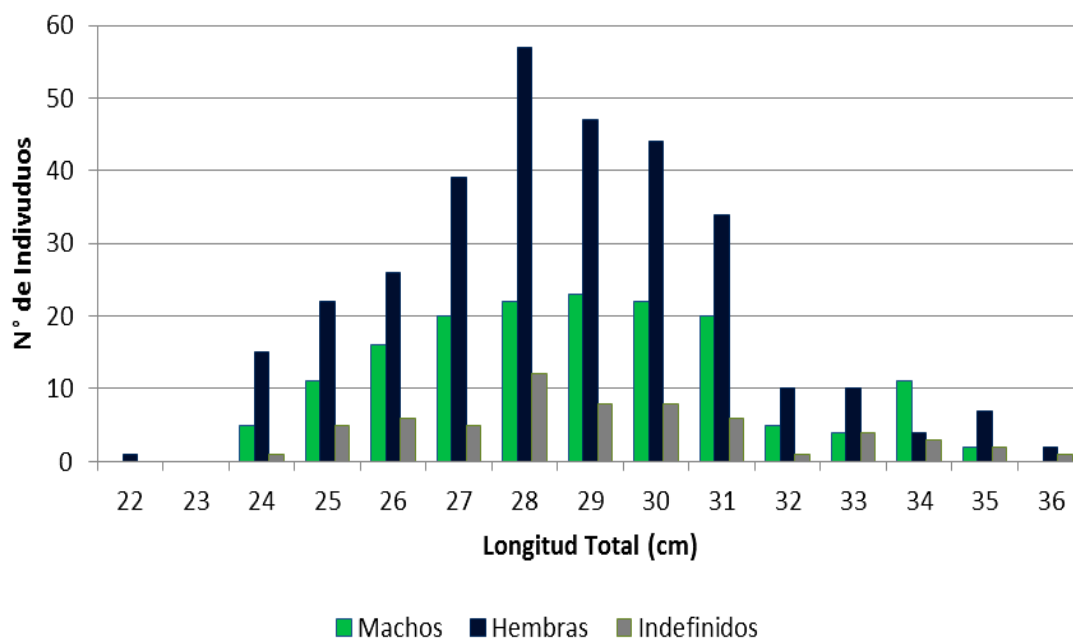


Figura 9. Distribución de longitudes por sexos de *Prochilodus mariae*.

La longitud mínima registrada para las hembras fue de 22 cm de LT en el mes de octubre mientras que para los machos fue de 24 cm de LT entre los meses de mayo y agosto; la máxima registrada fue de 36 cm de LT para las hembras y 35 cm de LT para los machos, ambos entre los meses de octubre y diciembre. Estos resultados difieren con los reportados por Lilyestrom y Taphorn (1980) donde, coporos capturados en el río Guanare a la altura de la construcción del dique del sistema de riego, presentaban longitudes máximas de 22 cm y mínimas de 12 cm de LE.

Esta diferencia se presenta debido a los eventos ecológicos de migración anual de la especie, tal como lo describen Barbarino *et al.* (1998); el tamaño y la densidad de las migraciones ascendentes (ribazones) disminuyen a medida que los peces se mueven río arriba, donde la mayoría de los individuos que intentan penetrar los tramos superiores del río hacia el piedemonte son individuos de 1 a 2 años de edad. Este comportamiento es una respuesta dependiente de la densidad a los alimentos; coporos más pequeños consumen mayores fracciones de algas en sustratos duros

mientras que, coporos más grandes consumen mayores fracciones de detritus fino, el cual estos depósitos son más abundantes en hábitats de baja velocidad en los tramos inferiores del río.

4.2.2. Proporción de sexos.

La proporción sexual fue significativamente diferente ($X^2 = 42,1$; $g. l. = 478$; $p < 0,05$); con una proporción macho:hembra de 0,98:2,0 favorables a las hembras, sin embargo el predominio de hembras fue durante los períodos de aguas altas, bajadas de aguas y sequía (entre los meses de junio a febrero) mientras que los machos predominaron en el período de subidas de aguas (marzo, abril y mayo), básicamente en el período de tiempo donde empieza la etapa reproductiva de la especie.

Esta distribución pudiera relacionarse a dos factores principalmente; en primera instancia con la época reproductiva, tal como lo describe Taphorn (2003), donde los machos forman cardúmenes en el centro del río y producen un sonido que se oye en las orillas y las hembras pasan a través del grupo de machos cuando están listas para el desove. Segundo, con la época migratoria (ribazón ascendente) hacia el piedemonte andino durante la bajada de las aguas, donde los cardúmenes se reúnen en el canal principal del río para remontar aguas arriba buscando niveles estables de agua, refugio para escapar de los predadores y fuentes de alimento como las algas epibénticas que crecen sobre los substratos duros cuando se reducen las corrientes debido a la temporada seca que permite la penetración de luz. Esto permite que se intensifique la actividad pesquera en este período y los pescadores aprovechen para obtener mayores capturas.

Aunado al anterior comentario, Lilyestrom y Taphorn (1983), Taphorn (2003) y Machado-Allison (2005) expresaron que *Prochilodus mariae* no presenta dimorfismo sexual anatómicamente obvio, pero que las hembras son mucho más grandes que los

machos; esto podría explicar el predominio de las hembras en las capturas durante la época de ribazón de la especie.

4.2.3. Relación longitud-peso.

Se observa claramente como la relación longitud-peso de los ejemplares de *Prochilodus mariae* presenta una tendencia a la isometría con un patrón de asociación lineal entre las variables (figura 10).

Del mismo modo, el análisis de regresión lineal simple sobre las medidas corporales mediante las pruebas de *t* de Student y F del análisis de varianza (tabla 4), sugiere un efecto significativo ($p < 0,05$) del peso sobre la longitud de los individuos de *Prochilodus mariae*.

Tabla 4. Análisis de regresión sobre las medidas corporales (LT vs PT) de ejemplares de *Prochilodus mariae*.

Variable	<i>t</i> de Student	P valor	F	P valor	Coefic. de ajuste (R^2)
Peso (gr)	42,08	<0,0000	1771	<0,0000	0,7878
Modelo lineal	LT = 20,7288294+0,0202616*Peso				
Error estándar residual	1,187				
G. L.	477				

4.2.4. Época reproductiva de la especie de acuerdo al desarrollo de las gónadas.

El análisis mensual de los estadios de desarrollo gonadal de los individuos, arrojó que la especie se reproduce los meses de junio y julio, con inicio de la maduración sexual en el mes de mayo y desove total a finales de julio (figura 11).

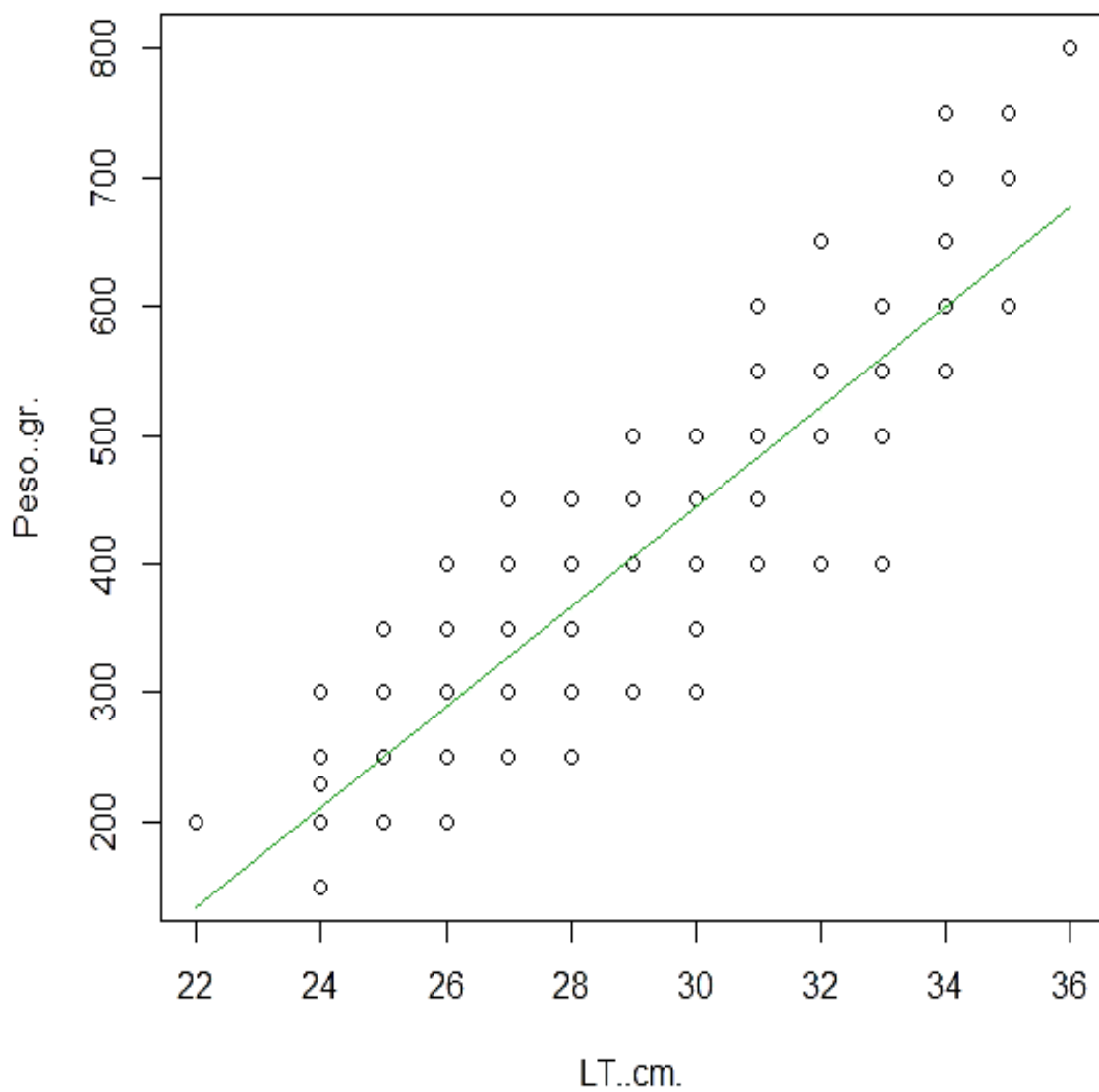


Figura 10. Diagrama de dispersión y recta de regresión de las variables corporales (LT vs PT) de *Prochilodus mariae*.

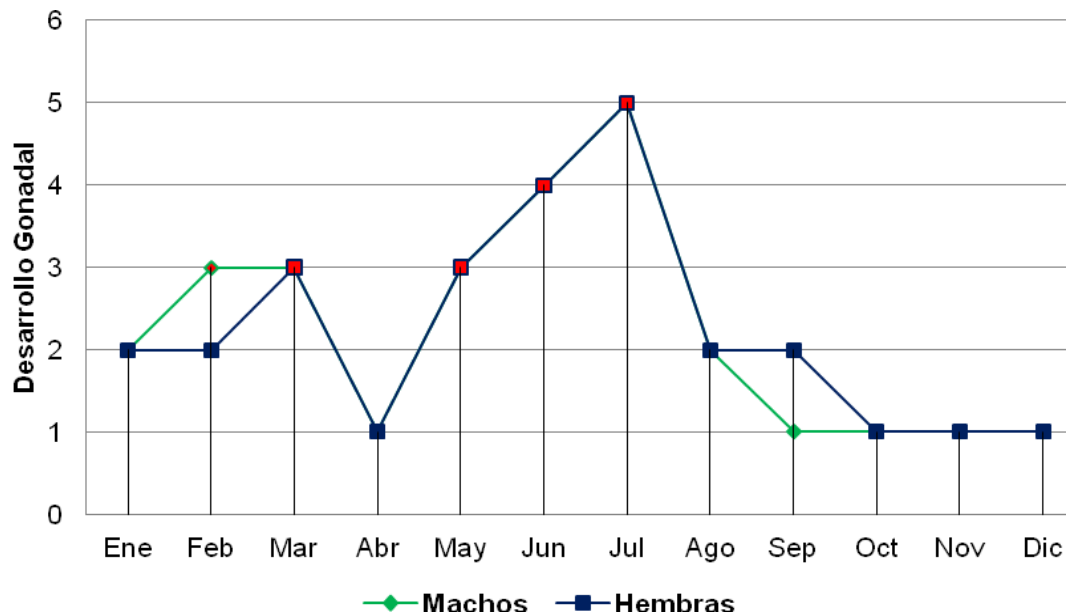


Figura 11. Espectro reproductivo en machos y hembras de *Prochilodus mariae*.

Por otra parte, se evidenció la maduración temprana de algunos individuos en los meses de febrero y marzo, posiblemente producto de las primeras lluvias ocurridas durante este período, el cual estimula la fisiología reproductiva de la especie.

Estas apreciaciones son similares a los resultados presentados por Rodríguez-Olarte y Kossowski (2004), en la zona de transición entre los llanos altos y piedemonte del río Portuguesa, donde determinaron que varias especies de peces migratorios entre los que destacan los Characiformes y Siluriformes, se reproducen durante eventos de máximas crecidas del río (en el mes de junio) y con condiciones físico-químicas específicas del agua, como velocidad del agua ($> 0,59$ m/s), temperatura del agua (< 26 °c), alcalinidad (= 34 mg/l) y dureza (= 51 mg/l).

Al igual, Taphorn (1992) y Barbarino *et al.* (1998) expresaron que *Prochilodus mariae* es una especie migratoria que vive en las tierras altas durante la sequía, donde maduran sus gónadas y luego descienden para reproducirse en el período de lluvias, mientras que los huevos son trasladados en los ríos crecidos hacia las áreas de inundación, en donde eclosionan y las larvas encuentran refugio y alimento.

4.2.5. Talla mínima (L_{25}) y media (L_{50}) de madurez sexual de la especie.

La talla mínima de madurez sexual (L_{25}) estimada para *Prochilodus mariae* fue de 27,2 cm de LT y 24,3 cm de LE (figura 12 y 13), lo que indica que el 35,68% y/o 40,78% respectivamente de los individuos capturados están por debajo del tamaño mínimo de la primera madurez sexual (figura 14 y 15).

De igual manera, el tamaño medio estimado de la primera madurez sexual (L_{50}), fue de 28,9 cm de LT y 25,8 cm de LE (figura 12 y 13), el cual refleja que el 52,60% y/o 58,86% respectivamente de los ejemplares que se capturan en la actividad pesquera, están por debajo de la talla media de maduración sexual de la especie (figura 14 y 15).

Estos resultados presentan una ligera disminución, si los comparamos con los reportados por Castillo *et al.* (2000), cuyos valores de tallas media de captura para *Prochilodus mariae* en el río Portuguesa fueron de 27,5 cm de LE para hembras y de 27,0 cm de LE para machos; al igual que Cortés *et al.* (2002), quienes reportaron una L_{50} en sexos combinados en el río Apure de 30 cm de LT.

Estos resultados pueden considerarse como una señal de alerta, ya que tal disminución en tamaños de los individuos pudiera estar asociado a diversos factores tanto antrópicos como ambientales, como la pesca excesiva (sobrepesca) tanto en el

cauce principal del río como en las áreas de refugio, cría y alimentación (zonas inundables), utilización de artes y métodos de pesca ilícitos, deforestación, construcción de tapas y presas, eliminación de humedales, cambio en los régimen hidrológicos entre otros, que ocasionan un efecto de presión sobre los stocks alterando la bioecología de la especie.

Para comprobar la existencia o no de correlación entre las variables de medidas corporales, desarrollo gonadal y período de muestreo de *Prochilodus mariae*, se realizó un análisis multivariado mediante el método de componentes principales.

En la tabla 5 se muestran los resultados, donde se observa que la primera componente presentó una asociación de las variables longitud y peso, dado que estas se presentan como una combinación lineal de las mismas. De igual manera, la segunda componente está asociada a variables relacionadas con el sexo y desarrollo gónadas, mientras que la tercera componente está relacionada con el período de muestreo.

Tabla 5. Análisis de componentes principales de las variables medidas corporales, desarrollo gonadal y período de muestreo para ejemplares de *Prochilodus mariae*.

Componente principal	Variable	Factor
Medidas corporales (CP1)	PT (gr)	-0,564
	LT (cm)	-0,583
	LE (cm)	-0,576
Desarrollo gonadal (CP2)	Sexo	0,700
	EDG	-0,698
Período de muestreo (CP3)	Medición	0,980

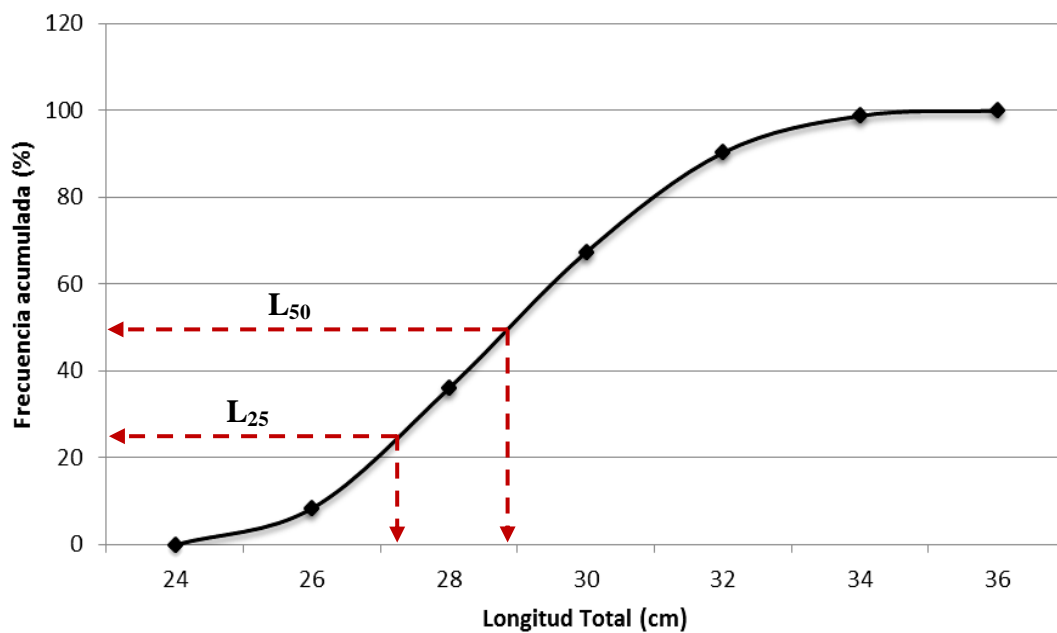


Figura 12. Distribución de frecuencia acumulada para LT en sexos combinados de *Prochilodus mariae*.

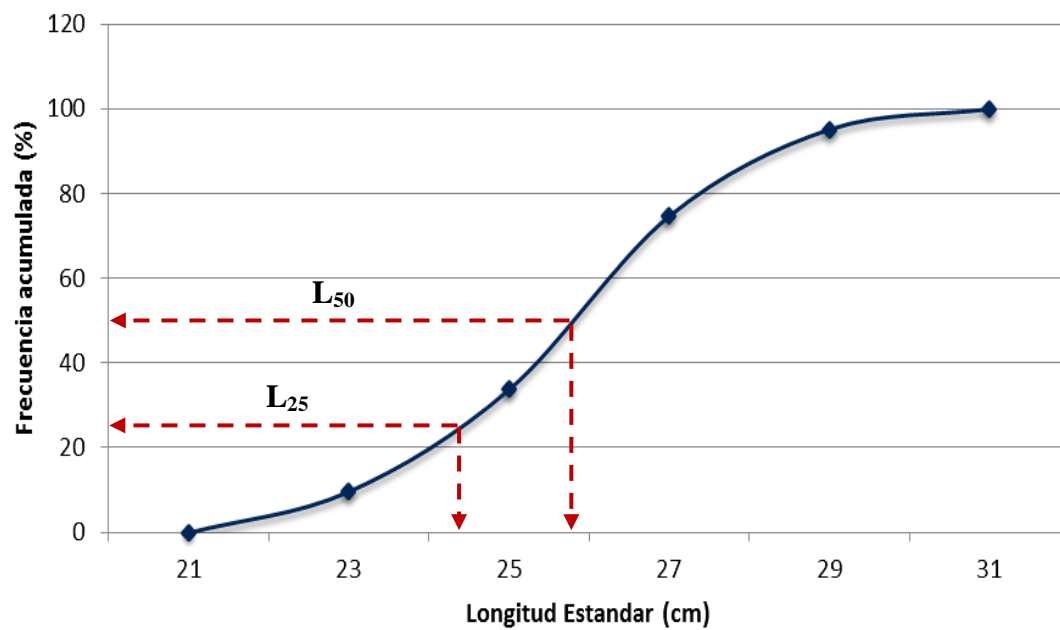


Figura 13. Distribución de frecuencia acumulada para LE en sexos combinados de *Prochilodus mariae*.

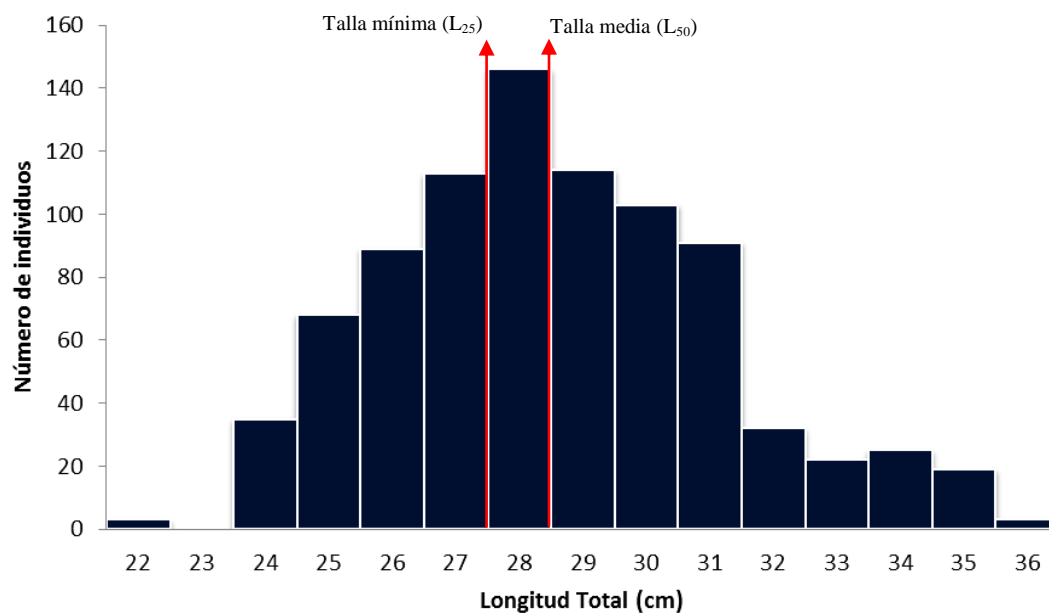


Figura 14. Frecuencia de tallas en LT y talla mínima y media reproductiva estimada para *Prochilodus mariae*.

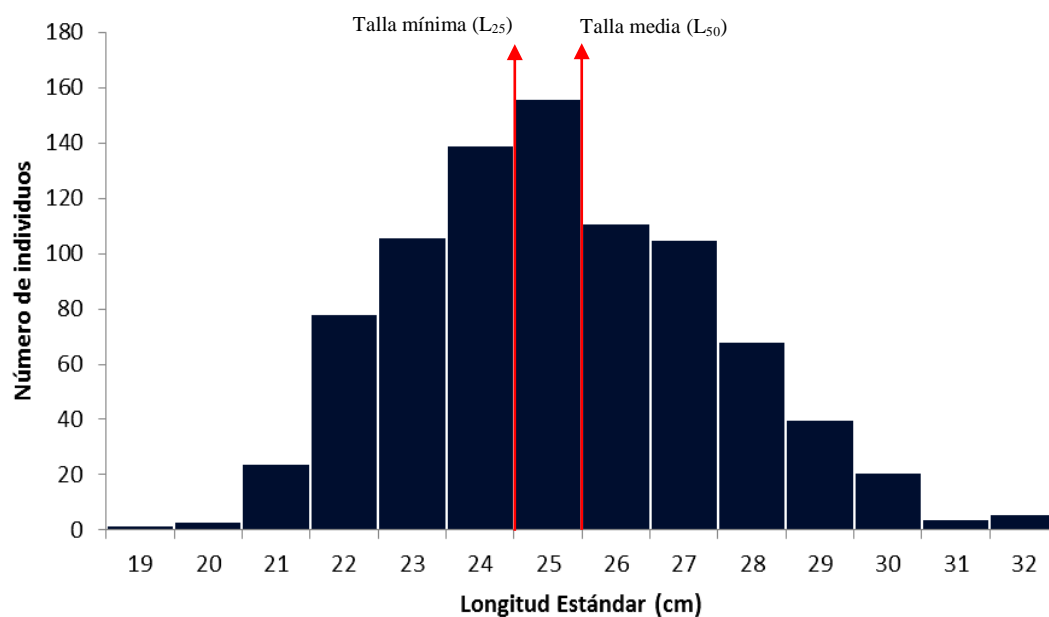


Figura 15. Frecuencia de tallas en LE y talla mínima y media reproductiva estimada para *Prochilodus mariae*.

De lo anterior se puede presumir que no existe una relación entre las medidas corporales y el desarrollo gonadal, ya que las componentes principales son variables mutuamente ortogonales (independientes).

Sin embargo, el aplicar el análisis de autovalores de la matriz de correlación de los componentes; se puede apreciar que existe una alta correlación entre las variables, puesto que según el criterio de Keiser, autovalores mayores o cercanos a uno (1) implican mayor correlación, para este caso los tres primeros componentes principales representan el 82,95% de la variabilidad entre las variables (tabla 6).

Tabla 6. Autovalores de la matriz de correlación medidas corporales, desarrollo gonadal y período de muestreo de ejemplares de *Prochilodus mariae*.

Componentes	Autovalores	Varianza explicada (%)	Varianza acumulada (%)
1	1,68	47,04	47,04
2	1,08	19,52	66,56
3	0,99	16,38	82,94

En la figura 16 se observa la dimensionalidad real en el espacio de las variables de medidas corporales y desarrollo gonadal de los ejemplares de coporo en el plano PC1*PC2; donde se aprecia tres posibles grupos diferenciables.

Un primer gran grupo que ocupa en su mayoría el plano del componente 1, lo que permite deducir que esta grupo está asociado a la variable medidas corporales (LT, LE y PT) y representado por las mayorías de los individuos que se agrupan en un intervalo de tallas específico, tal como se identifica en las figuras 14 y 15; un segundo y tercer grupo ubicado en el plano de la componente 2, el cual se asocia a la variable desarrollo gonadal (sexo y EDG), presumiblemente representados por los individuos que están biológicamente maduros para la reproducción (estadios II, IV y V).

Del mismo modo, al aplicar el análisis de dendrograma a las mismas variables (medidas corporales y desarrollo gonadal), se obtuvieron resultados detallados de la correlación en la agrupación de los datos, donde se observa claramente la formación de 4 subgrupos diferenciados relacionados básicamente a las estructuras de longitudes de los individuos y los estadios de desarrollo gonadal, con lo cual se puede suponer que esta categorización son los individuos de las cohortes de reclutamiento y/o clasificados por estructura de edades de *Prochilodus mariae* (figura 17).

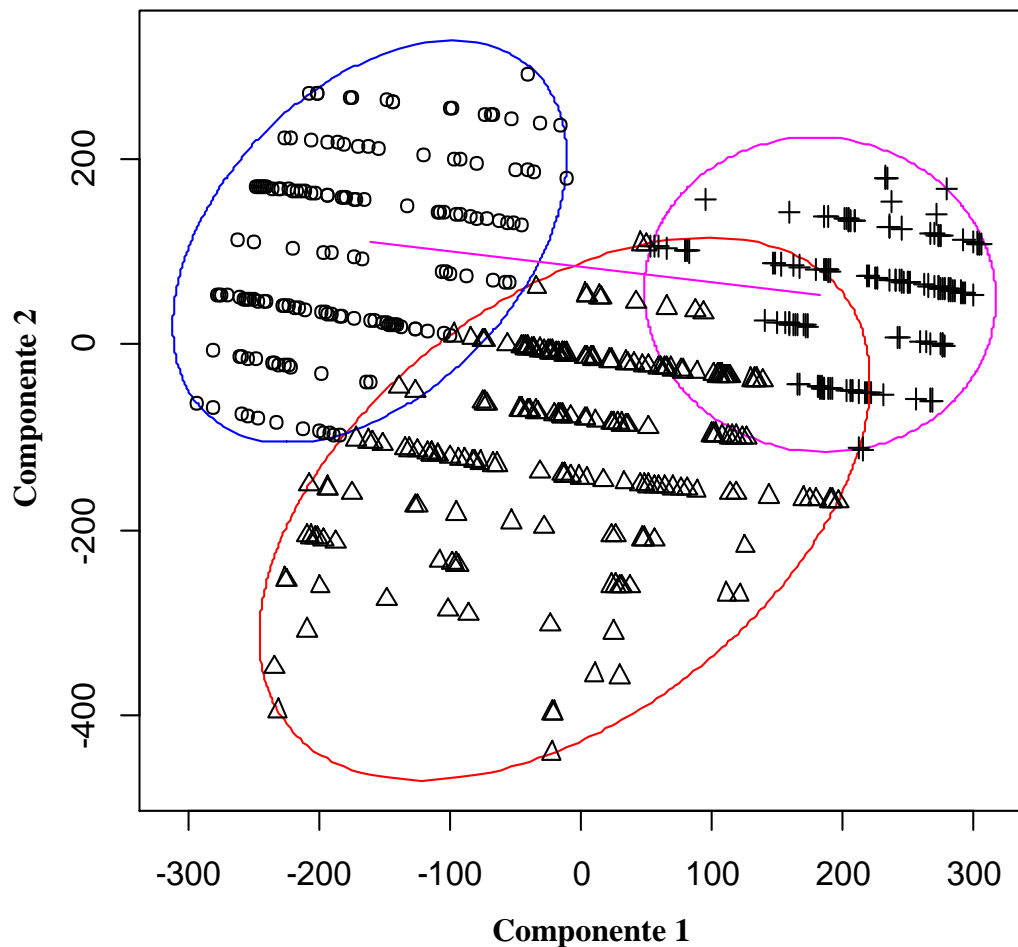


Figura 16. Proyección de los scores de medidas corporales y desarrollo gonadal de ejemplares de *Prochilodus mariae* en el plano PC1*PC2.

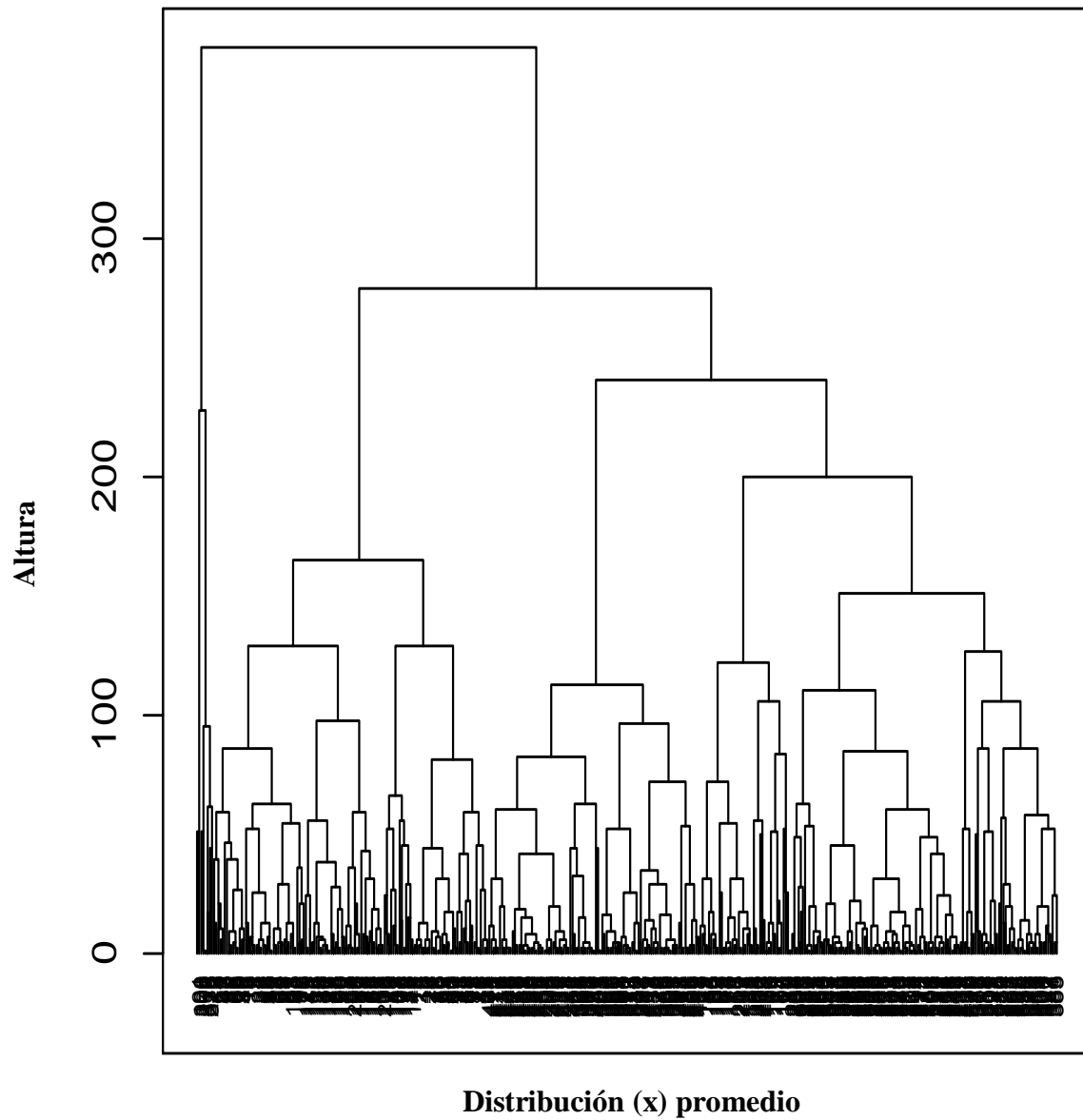


Figura 17. Dendrograma sobre la medidas corporales y desarrollo gonadal de ejemplares de *Prochilodus mariae*.

4.2.6. Potenciales áreas de cría, refugio y alimentación de la especie.

Al ubicar los puntos de muestreos en el programa QGIS, se visualizaron varios aspectos de gran importancia; el 45,84% de las capturas de *Prochilodus mariae* fueron realizadas en zonas inundables al sur del estado Portuguesa y noreste del estado Barinas y el 54,16% en el canal principal del río. Igualmente, se observó que el canal principal desvió su curso en dos canales secundarios a 5 km aproximadamente aguas abajo del sector de Garcita en el estado Portuguesa, y posteriormente a 34 km aprox. aguas abajo del poblado de Arismendi estado Barinas se unen para formar nuevamente un cauce de primer orden, hasta llegar a su desembocadura en el río Portuguesa. Es importante destacar que ambos segmentos del río Guanare son navegables y se realizan considerables actividades de pesca comercial, donde la producción es llevada a los sitios de desembarques más cercanos, a los poblados de Garcita o Arismendi (figura 18).

Del mismo modo, se observaron en ambos estados grandes extensiones de humedales o áreas sujetas a inundación que en su mayoría poseen conexión directa con el cauce principal del río Guanare, el cual contribuye al flujo constante de agua, incorporación de grandes cantidades de nutrientes y manteniendo niveles y condiciones óptimas para la cría, refugio y alimentación de muchas especies ícticas de la región. Algunos de estos humedales son utilizados por los pescadores para realizar sus faenas de pesca, entre las más mencionadas destacan la laguna El Viento, La Cherna, El Parreño y La Salada (figura 18).

En referencia con los puntos de muestreos, se analizaron tres (03) imágenes de satélite de diferentes décadas y procesadas en color natural (RBG). Se determinó que en un periodo de 32 años, cerca del 60% de los suelos del área de influencia al río Guanare y a los sitios de muestreos, han sufrido fuertes alteraciones antrópicas. Entre estas destacan: la eliminación de los bosques de sabanas y galerías para implementar sistemas agropecuarios con actividades como la ganadería extensiva y semi-intensiva

y la agricultura a pequeña y mediana escala, lo que ha contribuido a los cambios de curso del río, cambios en los niveles del caudal (si a esto se le suma las alteraciones aguas arriba en los piedemonte y llanos altos), desaparición de las áreas inundables, entre otros, y cuyo efecto se ve reflejado principalmente en la fauna silvestre local en todos sus niveles tróficos (figura 19).

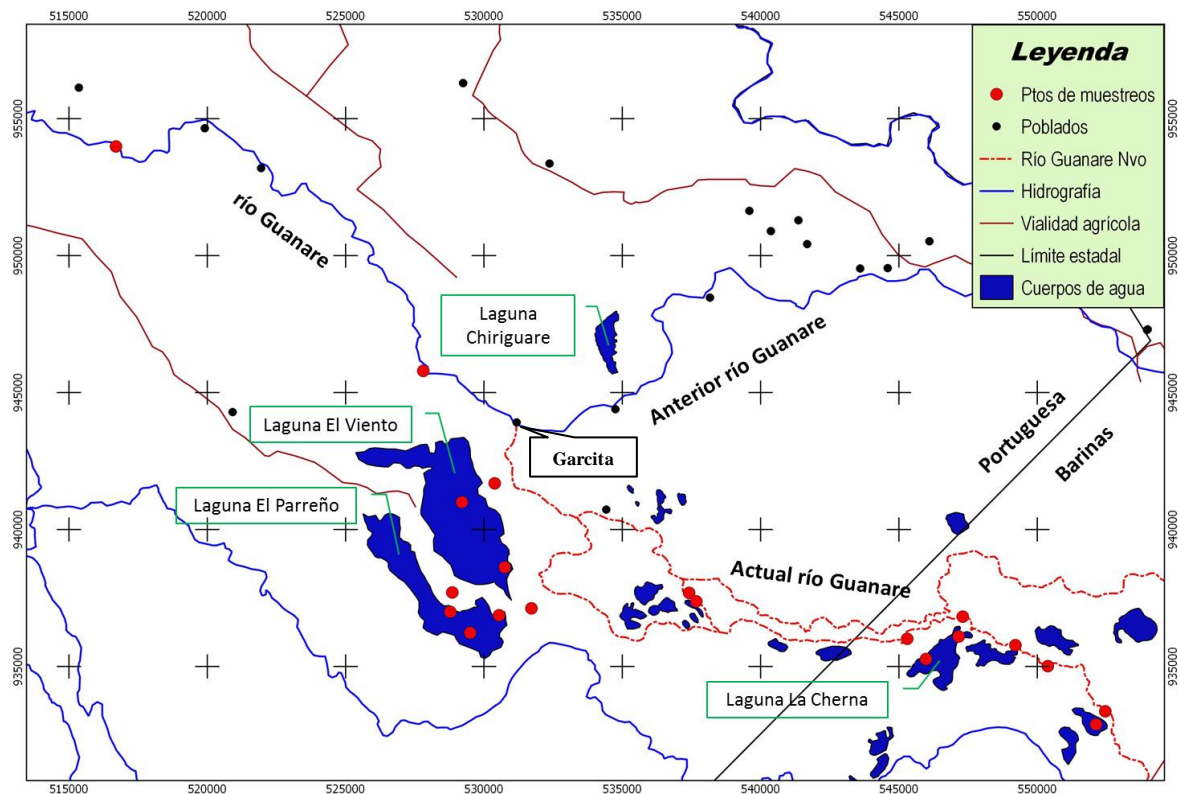


Figura 18. Distribución de puntos de muestreo, red hidrográfica y áreas inundadas en el área de estudio.

Para confirmar el anterior análisis, se aplicó el índice de vegetación (NDVI) a dos (02) imágenes satelitales de los años 1986 y 2018 respectivamente, los resultados demostraron que existe una fuerte intervención antrópica sobre los bosques de la zona durante los últimos 32 años.

En la imagen A, se muestra el dominio del color verde oscuro, el cual representa la vegetación frondosa que prevalecía en el año 86, mientras que las tonalidades amarillas y naranja representan los suelos desnudos o con poca vegetación y el color crema las áreas inundadas o con abundante agua. En la imagen B se observa el inverso de las tonalidades; para el actual año (2018) entre el 60 y 70% de la cobertura de vegetación del sur del estado Portuguesa ha sido eliminada, quedando solo pequeñas áreas asociadas a zonas de bajíos y esteros o zonas inundables, lo que constituye una fuerte amenaza para la población de fauna silvestre tanto terrestre como acuática de la zona (figura 20).

Del mismo modo, se analizaron ambas imágenes satelital (1986 y 2018) y se les aplicaron procesamientos a través de índice de humedad; los resultados obtenidos se ajustan a los aplicados con el índice de vegetación, donde se observa claramente como han desaparecido progresivamente los humedales y áreas de inundación como consecuencia entre otras, de la deforestación. En la imagen A, se muestra como toda la zona de influencia en el eje del río Guanare, presentaba extensos humedales (tonalidades en azul oscuro) y áreas potenciales de inundación o con altos porcentajes de humedad (tonalidades azul claro); mientras que en la imagen B estas áreas se han reducido prácticamente a una pequeña área en la parte sur y noreste de los estados Portuguesa y Barinas respectivamente (figura 21).

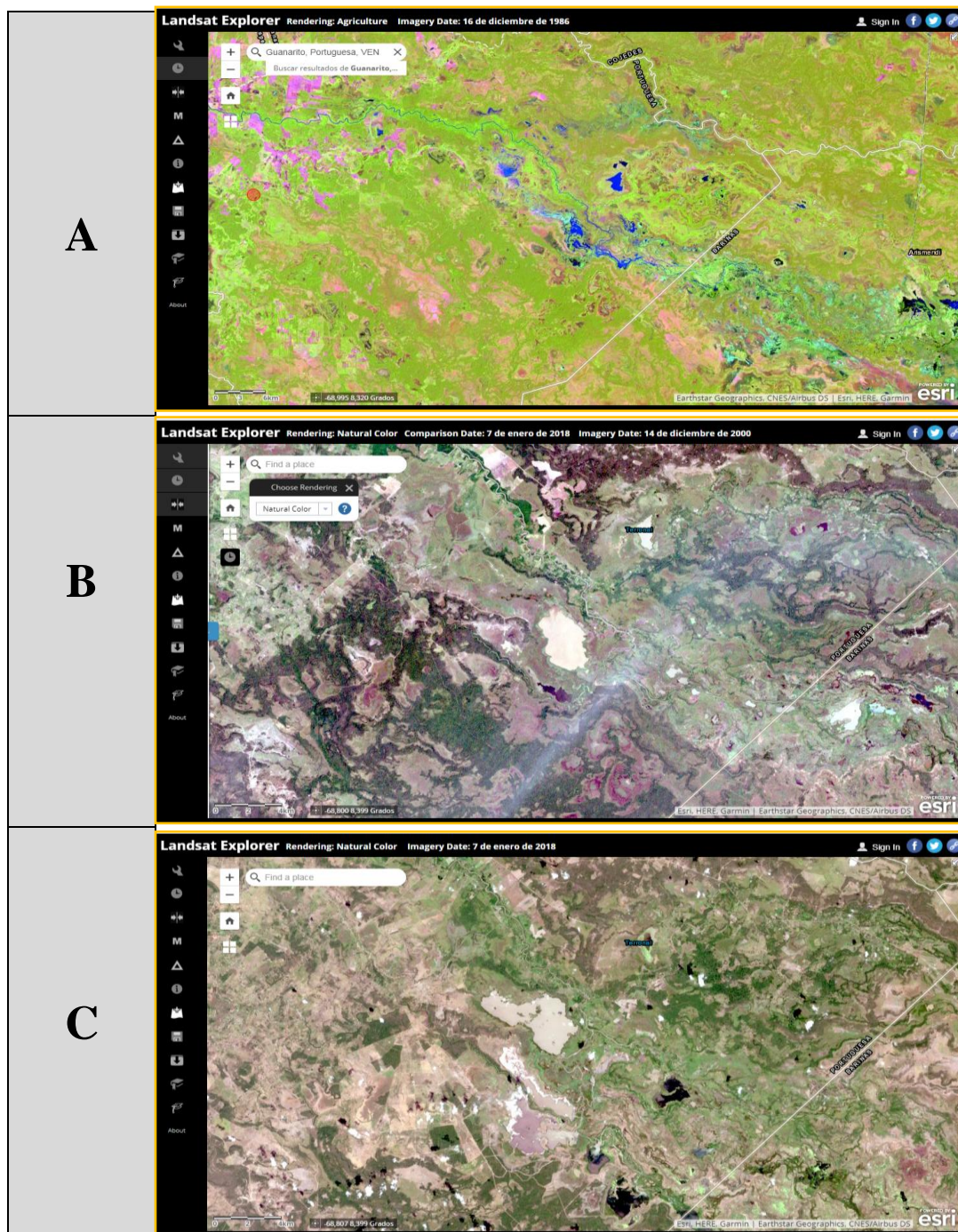


Figura 19. Variación temporal del uso de los suelos (vegetación y humedad) en imágenes satelital en color natural (RGB). Años 1986, 2000 y 2018.

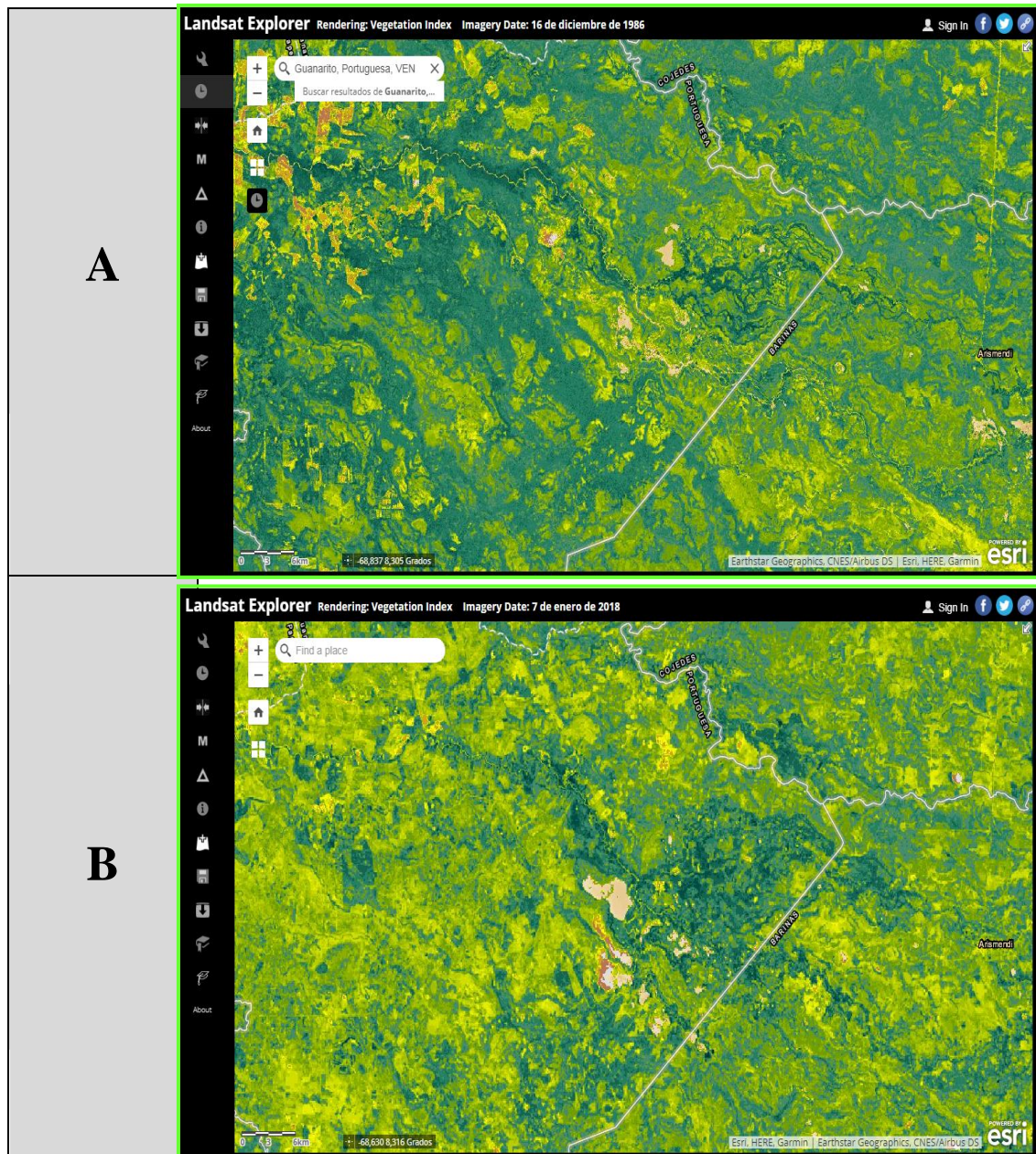


Figura 20. Variación espacio-temporal de los suelos mediante NDVI (Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada). Años 1986 y 2018.

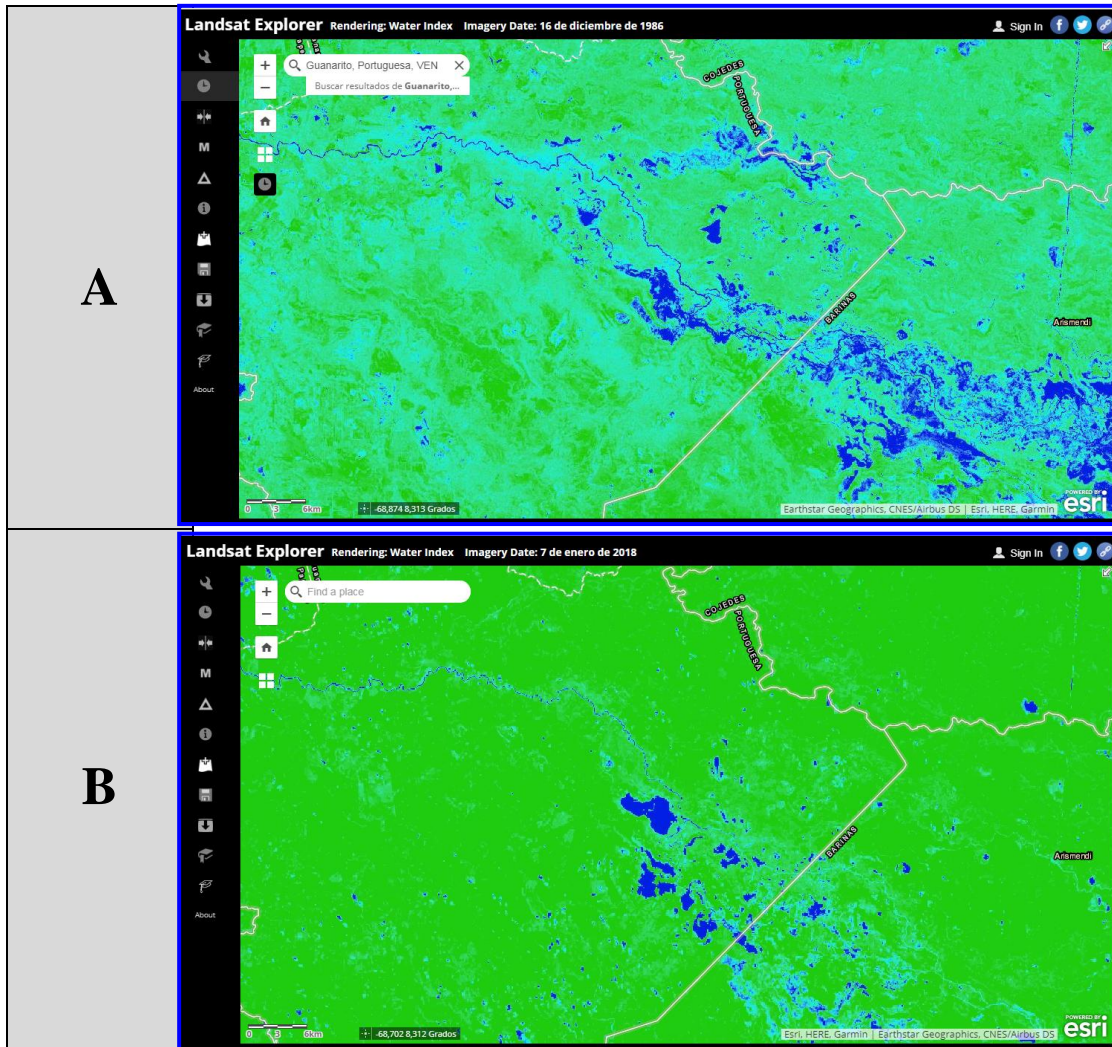


Figura 21. Variación espacio-temporal de los suelos mediante Índice de Humedad. Años 1986 y 2018.

Con la aplicación de ambos índices se pudo determinar que el área que presenta un moderado grado de conservación de la vegetación y numerosas formaciones de humedales y sabanas inundables está localizada entre los 12 kilómetros tanto aguas arriba como aguas debajo del límite entre ambos estados, entre las localidades de Garcita y Río Viejo, y representan un área de alto valor y potencial para la población de peces no migratorios y migratorios como *Prochilodus*

mariae, que pudieran proveer protección y alimentación a sus larvas y juveniles, garantizar el flujo de la diversidad genética y la sobrevivencia de esta y otras especies de importancia comercial de la Orinoquia venezolana.

3.4.3. Pautas de manejo para el aprovechamiento responsable y sustentable de la especie.

Se compararon las tallas mínimas de capturas sugeridas por las leyes nacionales e internacionales y se observó que el coporo a pesar de ser la especie más abundante en toda la cuenca del Orinoco y de mayor importancia comercial; no posee una talla mínima reglamentada en la resolución nacional vigente (año 2002); sin embargo, en la resolución del año 1990 esta especie estaba reglamentada con una talla mínima de captura de 20 cm de longitud total, muy por debajo de lo estimado en la presente investigación (28,9 cm de LT). Del mismo modo, la resolución internacional (Colombia) de 1981, estableció una talla mínima de captura de 27 cm de LE, el cual presenta similitud con los resultados obtenidos en este estudio (25,8 cm de LE) (tabla 7).

Tabla 7. Tallas mínimas sugeridas para *Prochilodus mariae* según leyes nacionales e internacionales.

Especie	Tallas mínimas de captura		
	Resolución N° 140 (Venezuela 1991)	Resolución N° 003 (Venezuela 2002)	Resolución N° 1087 (Colombia 1981)
<i>Prochilodus mariae</i>	20 cm de LT	No posee	27 cm de LE

Fuente: Venezuela 1991, Venezuela 2002 y Colombia 1981.

En base a los resultados presentados anteriormente, se establecieron pautas para el manejo pesquero, que permita el aprovechamiento responsable de la especie y asegure su permeancia en el tiempo y el espacio (tabla 8).

Tabla 8. Pautas de manejo pesquero para el aprovechamiento de *Prochilodus mariae*.

Abordaje	Enfoque y objetivo del manejo	Propuestas
Corto plazo	Manejo precautorio/Conservación	Desarrollar un programa de actualización de la normativa legal en materia pesquera, para poder regular de manera efectiva las capturas del coporo en el territorio nacional.
	Manejo precautorio/Conservación	Establecer como talla mínima de captura para el coporo, 27 cm de LE y así unificar criterios de regulación de la principal especie comercial en toda la cuenca binacional del Orinoco.
	Manejo precautorio/Recuperación de stocks	Decretar un periodo de veda para la especie desde el 01 de mayo hasta el 31 de julio, lapso en el cual la especie presenta mayor actividad reproductiva.
	Manejo precautorio/Conservación	Regular la abertura de malla de las artes de pesca que permitan sólo la captura de individuos por encima de los 27 cm de LE.
	Manejo precautorio/Fomento	Diseñar estrategias preventivas a través de campañas divulgativas que expliquen el por qué del proceso de ordenación de <i>Prochilodus mariae</i> así como de otras especies comerciales, involucrando a pescadores, comercializadores, investigadores, profesores, instituciones y autoridades relacionadas al área.

Manejo adaptativo/
Aprovechamiento

Implementar medidas de mitigación a las regulaciones pesqueras, que le permitan al pescador obtener ingresos económicos durante el periodo reproductivo de la especie (veda), como por ejemplo la construcción y acondicionamiento de centros de acopio en puertos y zonas de desembarques e impulsar la actividad acuícola. Es responsabilidad de los entes gubernamentales tanto nacionales como regionales ejecutar estas alternativas.

Manejo comunitario o
comanejo/Aprovechamiento

Implementar estrategias de manejo participativo en pesquerías clave (especies como el coporo), donde se permita al pescador tener “autonomía” en el aprovechamiento de los recursos pesqueros, pero de manera responsable, y darle verdadera participación a las organizaciones populares como son los Consejos de Pescadores (CONPPA).

**Mediano
Plazo**

Manejo
ecosistémico/Protección

Desarrollar un programa de actualización de las áreas protegidas, con el propósito de establecer el sistema de humedales y sabanas inundables de los municipios Guanarito y Arismendi del estado Portuguesa y Barinas respectivamente, como nuevo Refugio de Fauna Silvestre y así garantizar la protección de las zonas de cría, resguardo y alimentación de *Prochilodus mariae* y otras íctiofaunas locales.

Manejo
reactivo/Conservación

Ejecutar proyectos de seguimiento a las tallas de desembarco y de madurez gonadal de las principales especies comerciales en el río Guanare y prever posibles alteraciones en las estructuras y comportamiento reproductivo de los stocks pesqueros a futuro.

Largo Plazo	Manejo comunitario o comanejo/Recuperación de hábitats	Desarrollar y ejecutar programas de reforestación tanto en las zonas altas como en los bosques de galerías en ambas márgenes del río Guanare que permitan mantener caudales óptimos para la reproducción de la especie.
	Manejo precautorio/Conservación	Desarrollar convenios de cooperación binacional (Venezuela-Colombia) que permita la regulación de la actividad pesquera, con especial énfasis en las especies comerciales en toda la cuenca del Orinoco.

5. CONCLUSIONES

Los reportes de la producción pesquera de las principales especies explotadas en el estado Portuguesa durante el período del 2000 hasta 2016, reflejan la disminución considerable de varias especies de gran importancia comercial; sobre todo especies como los serrasalmidos cachama negra (*Colossoma macropomum*) y cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) y los pimelodidos bagres rayados cabezona (*Pseudoplatystoma orinocoense*) y matafraile (*P. metaense*); sin embargo, especies como el coporo (*Prochilodus mariae*) refleja fluctuaciones y cambios temporales durante todo el período.

Los datos de producción del coporo para el período de estudio presentan distribución normalizada ($W=0,82811$), sin embargo, se detectaron autocorrelación (errores) entre los valores ($D=1,1182$), el cual fueron corregidos a través del modelo AR(1) (valores autoregresivo de primer orden en los rezagos).

De igual manera, se detectaron variaciones atípicas en la distribución de los datos durante la serie de tiempo, en cuatro puntos de cuantiles, los cuales representan los cuatro picos máximos de producción de la especie durante los años 2004, 2005, 2012 y 2013 respectivamente. Estas variaciones están asociadas a las precipitaciones anuales de la región, lo que permite inferir que la producción de la especie está condicionada o sesgada por las precipitaciones.

Los resultados de análisis univariante de la serie de tiempo, no permitieron detectar la tendencia de la producción del coporo, ya que los datos presentan un período corto de tiempo (15 años) y que para establecer un modelo que permita predecir el comportamiento y su tendencia se requiere por los menos de 25 años de datos.

Se examinaron y determinó sexo a 479 individuos de un total de 863 capturados, de los cuales 318 fueron hembras, 161 machos y 62 indefinidos.

La proporción sexual fue significativa con una proporción macho:hembra de 0,98:2,0 favorables a las hembras, sin embargo el predominio de hembras fue durante los meses de junio a febrero mientras que los machos predominaron en los marzo, abril y mayo.

Se observó como la relación longitud-peso de los ejemplares de *Prochilodus mariae* presenta una tendencia a la isometría con un patrón de asociación lineal entre las variables.

Se determinó que la especie se reproduce los meses de junio y julio, con inicio de la maduración sexual en el mes de mayo y desove total a finales de julio.

La talla mínima de madurez sexual (L_{25}) estimada para *Prochilodus mariae* en el área de estudio fue de 27,2 cm de LT y 24,3 cm de LE y el tamaño medio estimado (L_{50}) fue de 28,9 cm de LT y 25,8 cm de LE.

Las tallas de madurez sexual presentan una ligera disminución, comparados con estudios anteriores de otros autores, lo que puede considerarse como una señal de alerta, ya que tal disminución en los tamaños pudiera estar asociado a factores tanto antrópicos como la pesca excesiva (sobrepesca) tanto en el cauce principal del río como en las áreas de refugio, cría y alimentación (zonas inundables), utilización de artes y métodos de pesca ilícitos, deforestación, construcción de tapas y presas, eliminación de humedales, cambio en los régimen hidrológicos entre otros, que ocasionan un efecto de presión sobre los stocks alterando la bioecología de la especie.

Se logró determinar que existe una asociación de las variables longitud total, longitud estándar y peso del pez, englobado en una primera componente. De igual manera, una segunda componente que presentó una asociación entre las variables sexo y desarrollo gónadas, y una tercera componente relacionada con el período de muestreo.

De igual manera, se pudo apreciar tres posibles grupos diferenciables. Un primer gran grupo que ocupa en su mayoría el plano del componente 1, lo que permite deducir que esta grupo está asociado a la variable medidas corporales (LT, LE y PT) y un segundo y tercer grupo ubicado en el plano de la componente 2, el cual se asocia a la variable desarrollo gonadal (sexo y EDG), presumiblemente representados por los individuos que están biológicamente maduros para la reproducción (estadios II, IV y V).

Se determinó que el hábitat potencial para la cría, refugio y alimentación de la especie, es está localizadas entre los 12 kilómetros tanto aguas arriba como aguas debajo del límite fronterizo entre los estado Portuguesa y Barinas, específicamente entre las localidades de Garcita y Río Viejo, ya que es un área que presenta un moderado grado de conservación de la vegetación y numerosas formaciones de humedales y sabanas inundables que pudieran proveer protección y alimentación a las larvas y juveniles de peces migratorios como *Prochilodus mariae* como de peces no migratorios, además garantizar el flujo de la diversidad genética y la sobrevivencia de esta y otras especies de importancia comercial de la Orinoquia venezolana.

6. RECOMENDACIONES

Se recomienda ampliar la frecuencia y tiempo de muestreo de datos, que permitan en primera instancia detectar la tendencia y predecir el modelo de la producción de la especie en el tiempo, y segundo orden correlacionar estos datos de producción con los valores de las precipitaciones y establecer de manera certera la influencia de las lluvias en el comportamiento migratorio y reproductivo de la especie.

Ejecutar las pautas de manejo pesquero propuestas en esta investigación, que permitan una interrelación hombre-fauna-ambiente estable y armoniosa; efectuar la actividad pesquera de manera responsable y sostenible, enfocados fundamentalmente en los 4 modelos de manejo pesqueros (precautorio, adaptativo, co-manejo y ecosistémico).

7. REFERENCIAS

- Anderson, K.H. y F.B. Hurley. 1980. Wildlife program planning. 445-471, en S.D. Schemnitz, ed. Wildlife management techniques manual. 4. edición. The Wildlife Society, Washington, D.C.
- Arias. F. 2012. Tipos y diseños de la investigación. [Libro en línea]. Disponible en: <http://www.es.slidershare.net/conejo920/diseñodeinvestigación-no-experimental>. [Consultado diciembre 2015].
- Baird, I.G. 1994. Community Management of Mekong River Resources in Laos. Naga, ICLARM Quarterly. Manila, Fil. 10-12 pp.
- Barbarino, A., Taphorn, D. and Winemiller, K. 1998. Ecology of the coporo, *Prochilodus mariae* (Characiforme, Prochilodontidae), and status of annual migrations in western Venezuela. Environmental Biology of Fishes 53, 33-46 pp.
- Bayley, PB. y Petrere, M. 1989. Amazon fisheries assessment of methods, status and management options. En: Dodge DP. (Editores). Proceedings of the international large river symposium. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences 106, Ottawa. 385-398 pp.
- Beltrán, E. 1966. La administración de la fauna silvestre. 225-259 pp, en Problemas de caza y pesca deportivas en México. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, México.
- Beltrán-Hostos, D.P., Ajiaco-Martínez, R.E. y Ramírez-Gil, H. 2001. *Prochilodus mariae*. 96- 99 pp. En: Ramírez-Gil, H y R.E. Ajiaco-Martínez (Eds). La pesca en la baja orinoquia: Una visión integral. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura, INPA. Bogotá, D.C., Col. 255 pp.
- Berkes, F. 2008. La pesquería de pequeña escala: alternativas al manejo convencional de recursos. En Pinedo D, Soria C (Eds.) *Manejo de las Pesquerías en los Ríos Tropicales de Sudamérica*. Mayol Ediciones. Bogotá, Col. 443-452 pp.
- Berkes, F., Hughes, T.P. and Steneck, R.S. 2006. Globalization, roving bandits and marine resources. *Science* 311: 1557-1558 pp.

- Bowen, SH., Bonetto, AA, and Ahlgren, MO. 1984. Microorganisms and detritus in the diet of a typical neotropical riverine detritivore *Prochilodus platensis* (Pisces, Prochilodontidae). *Limnol Oceanogr.* 29:1120–1122 pp.
- Brack-Egg, A. 1994. Medio ambiente, economía y viabilidad en la Amazonia. 45-62, en J.M. Toledo, ed. Biodiversidad y desarrollo sostenible de la Amazonia en una economía del mercado. Lima, Perú.
- Caddy, J.F. 1999. Fisheries management in the twenty-first century: Will new paradigms apply? *Rev. Fish Biol. Fish.* 9: 1-43 PP.
- Caddy, J.F. and Mahon, R. 1995. Reference Points for Fishery Management. FAO Fisheries Technica, Paper N° 347. 82 pp.
- Castillo, O. 1988. Aspectos biológicos y pesqueros sobre los peces comerciales del bajo llano con énfasis en los bagres (Orden Siluriformes). Tesis de maestría. Instituto de Zoología Tropical, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Ven. 114 pp.
- _____. 1990. El recurso pesquero en la subcuenca del río Apure. En: Documento final del taller de trabajo: “Recuperación de la Pesca en la Cuenca del Río Apure”. Marnr, Profauna. Caracas, Ven. 70-84 pp.
- Castillo, O., Cedeño, A., Velásquez, J., Garcés, P. y Valdez, E. 2015. Situación actual de los peces comerciales migratorios de los ríos Portuguesa y Guanare de la subcuenca del río Apure, estado Portuguesa, Venezuela. XIII Congreso Colombiano de Ictiología y III Encuentro de Ictiólogos Suramericanos. Leticia, Col.
- Castillo, O., Ruiz, M. y Bravo, J. 2000. Ecología reproductiva y propuesta para el manejo comercial sostenible del Coporo (*Prochilodus mariae*) (Teleostei: Characiformes: Prochilodontidae) en el río Portuguesa. Resumen IV Congreso de Ciencia y Tecnología del estado Portuguesa. Acarigua, Ven.

- Castro, R. y Vari, R. 2004. Detritivores of the South American fish family Prochilodontidae (Teleostei: Ostariophysi: Characiformes): a phylogenetic and revisionary study. *Smithsonian Institution Press* 622:1-189 pp.
- Caughley, G. 1977. Analysis of vertebrate populations. John Wiley & Sons, New York. 234 pp.
- Chapman, M.D. 2008. La ecología política del agotamiento de recursos pesqueros en la Amazonia. En Pinedo D, Soria C (Eds.) *Manejo de las Pesquerías en los Ríos Tropicales de Sudamérica*. Mayol Ediciones. Bogotá, Col. 21-38 pp.
- Chaves, P.T. y Vazzoler, G. 1984. Aspectos biológicos de peixes amazônicos. III. Anatomia microscópica do esôfago, estômago e cecos pilóricos de *Semaprochilodus insignis* (Characiformes: Prochilodontidae). *Acta Amazonica*. 14:343-353 pp.
- Chrisman, N. R. 2003. Exploring Geographical Information Systems. 2.^a ed. New Jersey, US. John Wiley & Sons.
- Colombia. 1981. Resolución N° 1087 mediante el cual se reglamentan las tallas mínimas de peces de consumo, las artes y los métodos pesqueros en la cuenca del río Orinoco. INDERENA, Col.
- Cortés, G., Castillo, O., Taphorn, D., Escalona, J.L. y Alfonso, E. 2002. Estimación del potencial pesquero fluvial del río Apure en el tramo comprendido entre Boca Portuguesa y Boca Apure. Informe Final. BioCentro. Guanare, Ven. 112 pp.
- Cressa, C., Vásquez, E., Zoppi, E., Rincón, J. y López, C. 1993. Aspectos generales de la limnología en Venezuela. *Interciencia* 18(5):237-245.
- Cuello, N. 1999. Caracterización físico natural para el desarrollo regional de Occidente a escala 1: 250.000. Sección IV Vegetación. PDVSA Seguridad, Higiene y Ambiente. Venezuela. 14 pp.
- Ehrhardt, N.M., 1981. Curso sobre métodos en dinámica de poblaciones. 1a Parte: Estimación de Parámetros Poblacionales. SIC/INP, México, 132pp.

- Espino-Barr, E., González-Vega, A., Santana-Hernández, H. y González-Vega, H. 2008. Manual de biología pesquera. Instituto Nacional de la Pesca, México. Universidad Autónoma de Nayarit, Mex. 131 pp.
- Fernández, J., Provenzano, F., y Lasso, C. 2006. Catalogo ilustrado de los peces de la cuenca del río Cataniapo. Maracay, Ven. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Publicación especial N°19. 272 pp.
- García, S.M., Staples, D.J. and Chesson, J. 2000. The FAO guidelines for the development and use of indicators for sustainable development of marine capture fisheries and an Australian example of their application. *Ocean Coast. Manag.* 43: 537-556 pp.
- Giles, R.H. 1971. Wildlife management techniques. 3. edición. The Wildlife Society, Washington C.D. 633 pp.
- _____. 1978. Wildlife Management. W.H. Freeman Company, San Francisco. 416 pp.
- Gondelles-Amengual, R., Medina-Padilla, G., Méndez-Arocha, J.L., y Rivero-Blanco, C. 1981. Nuestros animales de caza. Guía para su conservación. Fundación de Educación Ambiental, MARNR, Caracas, Ven. 119 pp.
- Goodland, R. 1995. The concept of environmental sustainability. *Annual Review of Ecology and Systematics* 26:1-24.
- Grant, S.C., Berkes, F. and Brierley, J. 2007. Understanding the local livelihood system in resource management: an example from pelagic longline fishery in Gouyave, Grenada. *Gulf Caribb. Res.* 19: 113-122 pp.
- Hidalgo, R. 1991. Estudio de las variables físico – naturales, sociales y económicas relevantes para el ordenamiento del territorio de la cuenca alta y media del río Guanare. Tesis de Maestría. UNELLEZ, Guanare, Ven. 581 p.
- INMH. 2005. Datos climáticos del estado Portuguesa. Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales.

- INSOPESCA. 2007. Valoración socio-económica de la actividad pesquera en el eje Orinoco-Apure. Proyecto Inpa 033. Subgerencia Portuguesa. 87 pp.
- _____. 2016. Producción pesquera fluvial anual de los principales ríos del estado Portuguesa. Periodo 2000-2016. Subgerencia Portuguesa.
- IUCN. 1994. Note by the Director General on guidelines for the ecological sustainability of nonconsumptive and consumptive uses of wild species. General Assembly Paper GA/19/94/3:41-52.
- Jaramillo-Villa, U. y Jiménez-Segura L. 2008. Algunos aspectos biológicos de la población de *Prochilodus magdalenae* en las ciénagas de Tumandó (río Atrato), Colombia. Instituto de Biología, Universidad de Antioquia, Col. *Actual Biol.* 30(88): 55-66 pp.
- Jentoft, S., McCay, B.J. and Wilson, D.C. 1998. Social theory and fisheries co-management. *Mar. Policy* 22: 423-436.
- Kerlinger, J. 2002. Diseño de investigación no experimental. [Documento en línea]. Disponible en: <http://www.es.slidershare.net/conejo920/diseño>. [Consultado diciembre 2015].
- Lasso, C., Mojica, J.I., Usma, J.S., Maldonado-Ocampo, J.A., DoNascimento, C., Taphorn, D.C., Provenzano, F., Lasso-Alcalá, O.M., Galvis, G., Vásquez, L., Lugo, M., Machado-Allison, A., Royero, R., Suárez, C. y Ortega-Lara, A. 2004. Peces de la cuenca del río Orinoco. Parte I: lista de especies y distribución por subcuencas. *Biota Colombiana* 5(2):95-158.
- Lasso, C. y Sánchez-Duarte, P. 2011. Los peces del delta del Orinoco. Diversidad, bioecología y conservación. Fundación La Salle de Ciencias Naturales y Chevron C.A. Caracas, Ven. 500 pp.
- Lilyestrom, C. y Taphorn, D. 1980. El coporo (*Prochilodus mariae*) ¿Una especie en peligro? *Mem. Soc. Nat. La Salle*, 110(38):311-318 pp.
- _____. 1983. Aspectos sobre la biología y conservación de la Palambra *Brycon whitei* Myers & Weitzman. *Rev. UNELLEZ Cien. Tec.*, 1(1):53-60.

- Machado-Allison, A. 2005. Los peces de los llanos de Venezuela. Un ensayo de su historia natural. 3ra edición, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Ven. 222 pp.
- Mago, F. 1970. Lista de los peces de Venezuela, incluyendo un estudio preliminar sobre la ictiogeografía del país. Oficina Nacional de Pesca, Ministerio de Agricultura y Cría, Caracas, Ven. 276 pp.
- Mago-Leccia, F. 1972. Consideraciones sobre la sistemática de la familia Prochilodontidae (Osteichthyes, Cypriniformes), con una sinopsis de las especies de Venezuela. *Acta Biol. Venez.* 8(1): 35-96 pp.
- McIntyre, P.B., Jones, L.E., Flecker, A.S., and Vanni, M.J. 2007. Fish extinctions alter nutrient recycling in tropical freshwaters. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 104:4461–6.
- McNeely, J.A. 1988. Economics and biological diversity. UICN, Gland, Suiza. 236 pp.
- MINAMB. 2014. Datos mensuales y anuales de precipitación. Estación Mesa de Cavacas, Guanare. Dirección de hidrología y meteorología del M.A.R.N. Portuguesa, Ven.
- Molina, M. 2009. Fundamentos de factores naturales y producción agropecuaria. Universidad Nacional Experimental Sur del Lago. Zulia, Ven. Primera edición. 181 pp.
- Moreira-Muñoz, A. 1996. Los SIG y sus aplicaciones en la conservación de la diversidad biológica. Universidad Católica de Chile. *Revista ciencia y ambiente*. Vol XII- N° 2. 80 – 86 pp.
- Novoa, D. 2000. La pesca en el Golfo de Paria y Delta del Orinoco costero. CONOCO Venezuela. Editorial Arte, Caracas, Ven. 140 pp.
- _____ 2002. Los recursos pesqueros del eje fluvial Orinoco-Apure: presente y futuro. INAPESCA, Ministerio de Agricultura y Tierras. Caracas, Ven. 141 pp.

- Novoa, D. y Ramos, F. 1982. Aspectos generales sobre la biología de las principales especies de peces de importancia comercial en el río Orinoco y su explotación. *En: Novoa, D. (Ed.), Los recursos pesqueros del río Orinoco y su explotación.* CVG, Caracas, Ven. Pp. 107-128 pp.
- Ojasti J. y Dallmeirer F. 2000. Manejo de Fauna Silvestre Neotropical. SI/MAB Series N° 5. Smithsonian Institution/MAB Biodiversity Program, Washington D.C. 290 pp.
- Ortega, J. y Yossa, M. 2014. Desempeño productivo del coporo con dietas isotópicas. Universidad de los Llanos-Villavicencio. Meta, Col. Revista Orinoquia. Vol. 18-N°2. 278-285 pp.
- Parella, S. y Martins, F. 2010. Tipos y diseños de la investigación. [Documento en línea]. *En:* <http://www.planificacióndeprojectosemirarismendi.blogspot.com/.../tipos-y-diseños-d/>. [Consultado noviembre 2015].
- Pérez, A., Barbarino A., Castillo O. y Fabré N. 2011. Hacia un manejo pesquero integral en la cuenca del río Apure, Venezuela. Asociación Interciencia, Caracas, Ven. Vol. 36, núm. 6, 463-470 pp.
- Pitcher, T.J. and Pauly, D. 1998. Rebuilding ecosystems, not sustainability, as the proper goal of fishery management. *En Pitcher T.J., Hart, P.J.B. and Pauly, D. (Eds.) Reinventing Fisheries Management.* Kluwer. Londres, RU. 311-329 pp.
- Ramírez-Gil, H., Ajiaco-Martínez, R. y Barreto-Reyes, C. 2015. Tallas de captura de *Prochilodus mariae* en la parte alta del río Meta, Orinoquia colombiana. Universidad de los Llanos. Meta, Col. Revista Orinoquia. Vol. 19-N°2. 174-185 pp.
- Rodríguez-Lloret, J. y Olivella, R. s/f. Introducción a los sistemas de información geográfica. Conceptos y operaciones fundamentales. Universidad Oberta de Cataluña, Esp. P07/89036/02930. 82 pp.
- Rodriguez, M., Winemiller, K., Lewis, W. and Taphorn, D. 2007. The freshwater habitats, fishes y fisheries of the Orinoco river basin. *Aquatic Ecosystem Health y Management* 10(02): 140-152 pp.

- Rodríguez-Olarte, D., Amaro, A. y Coronel, J. 2005. Introducción del coporo *Prochilodus mariae* Eigenmann 1922 (Pisces: Prochilodontidae) en el río Aroa, cuenca del Caribe, Venezuela. *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales*, 163: 133-137 pp.
- Rodríguez-Olarte, D. y Kossowski, C. 2004. Reproducción de peces y consideración de ambientes en eventos de crecidas en el río Portuguesa, Venezuela. *Revista Bioagro*. Barquisimeto, Ven. Vol. 16-Nº2. 07 pp.
- Schargel, R. y Cuello, N. 1999. Caracterización físico natural para el desarrollo regional de Occidente a escala 1: 250.000. Sección V Uso Actual. PDVSA Seguridad, Higiene y Ambiente. 11 pp.
- Schuerholz, G. y Mann, G. 1979. Proposición para la administración y el manejo de los recursos de vida silvestre en Chile. FAO DP/CHI/76/003, Santiago, Chile. 63 pp.
- Silva, A., Nuñez, J., Urbano, T. y Medina, L. 2010. La pesca artesanal del coporo (*Prochilodus mariae*) desarrollada en el delta del río Orinoco. *Inia Divulga*, 16: 31-36 pp.
- Sverlij, S.B., Espinach, A. y Ort, G. 1993. Sinopsis de los datos biológicos y pesqueros del sábalo *Prochilodus lineatus* (Valenciennes 1847). FAO-FIR S154:1-64 pp.
- Taphorn, D. 1992. The Characiform fishes of the Apure river drainage, Venezuela. *BioLlania*, edición especial N°04, Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora. Guanare, Ven. 537 pp.
- _____. 2003. Manual de identificación y biología de los peces Characiformes de la cuenca del río Apure en Venezuela. BioCentro. UNELLEZ, Guanare, Ven. 393 pp.
- Taylor, B., Flecker, A.S. y Hall, R.O. 2006. Loss of a harvested fish species disrupts carbon flow in a diverse tropical river. *Science*, 313: 833-836 pp.

- Usher, M.D., ed. 1986. Wildlife conservation education. Chapman and Hall, London. 394 pp.
- Uusi-Heikkilä, S., Whiteley, A., Kuparinen, A., Matsumara, S., Venturelli, P., Wolter, C., Slate, J. y Primmer, C. 2015. The evolutionary legacy of size-selective harvesting extends from genes to populations. *Evolutionary Applications*. DOI:10.1111/eva.12268.
- Venezuela. 1991. Resolución N° 140 mediante el cual se norma la actividad pesquera en los ríos en los ríos y cuerpos de agua ubicados en los estados Apure, Barinas, Cojedes, Guárico, Portuguesa y Táchira, exceptuando la costa del río Orinoco. Gaceta oficial N° 34.710.
- _____. 2002. Resolución N° 003 mediante el cual se regula la pesca comercial artesanal en los ríos en los ríos y cuerpos de agua ubicados en los estados Apure, Barinas, Cojedes, Portuguesa, Táchira y los afluentes de los ríos del estado Guárico que drenan hacia el río Apure, exceptuando los ríos de la cuenca del Lago de Maracaibo en el estado Táchira, así como las Áreas Bajo Régimen de Administración Especial. Gaceta oficial N° 37.472.
- _____. 2014. Decreto N° 1.408 mediante el cual se dicta el Decreto con Rango, Valor y Fuerza de Ley de Reforma del Decreto con Rango, Valor y Fuerza de Ley Pesca y Acuicultura. Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 6.150 Extraordinario.
- Walters, C. 1986. Adaptive Management of Renewable Resources. Macmillan. Nueva York, EEUU. 374 pp.
- Walters, C.J., Johnson, F.A. 1991. Large-scale management experiments and learning by doing. *Ecology* 71: 2060-2068 pp.
- Winemiller, K. O., C. Marrero, y D. C. Taphorn. 1996. Perturbaciones causadas por el hombre a las poblaciones de peces de los llanos y del piedemonte andino de Venezuela. *Biollania* 12:13-48.
- Wing, L.W. 1951. Practice of wildlife conservation. John Wiley & Sons, New York. 421 pp.

8. ANEXOS

A.

Tabla 9. Producción pesquera fluvial de las principales especies comerciales del estado Portuguesa. Periodo 2000-2016.

Años	Especies				Total (Tn)
	Bagres Rayados	Coporo	Cachamas	Otras especies	
2000	413.426	310.488	57.784	996.386	1.778,08
2001	430.747	431.535	46.960	692.589	1.601,83
2002	187.524	459.264	13.727	249.116	909,63
2003	211.436	533.923	5.464	253.564	1.004,39
2004	373.990	1.448.164	13.624	392.827	2.228,61
2005	151.484	2.010.756	5.010	223.061	2.390,31
2006	94.225	806.636	4.498	178.241	1.083,60
2007	50.655	120.086	2.902	90.470	264,11
2008	36.775	311.121	4.777	89.263	441,94
2009	25.684	247.966	2.664	72.166	348,48
2010	44.211	295.680	5.239	68.306	413,44
2011	31.843	374.630	4.509	42.877	453,86
2012	52.044	1.175.633	1.950	47.657	1.277,28
2013	91.268	1.224.413	6.004	93.642	1.415,33
2014	75.206	482.249	3.179	108.425	669,06
2015	41.360	372.969	3.532	82.285	500,15
2016	55.005	317.538	558	76.277	449,38

Fuente: Instituto Socialista de la Pesca y Acuicultura, Subgerencia Portuguesa (INSOPESCA 2017).

B.

Tabla 10. Datos mensuales y anuales de Precipitación (mm). Periodo 2002-2013. Estación Mesa de Cavacas, Portuguesa, Venezuela.

Años	Meses												Anual
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
2002	1,7	0,0	57,7	91,3	328,9	340,1	142,9	255,4	244,7	137,9	83,6	16,4	1.700,60
2003	0,0	0,0	3,0	161,2	176,5	281,3	279,2	340,5	185,4	185,2	120,1	48,6	1.781,00
2004	0,1	0,6	17,5	264,8	358,7	385,7	212,6	288,8	205,7	97,0	199,9	2,1	2.033,50
2005	13,5	35,3	0,8	212,7	375,8	354,0	128,1	315,5	126,2	168,6	133,4	0,2	1.864,10
2006	127,6	0,6	24,4	40,9	215,1	295,2	287,5	280,6	152,3	219,1	222,3	16,0	1.881,60
2007	9,8	10,7	70,1	144,5	142,9	254,4	211,4	160,8	291,1	162,9	88,3	50,4	1.597,30
2008	3,6	4,7	13,5	53,0	250,6	208,2	198,6	323,5	264,1	276,0	101,9	7,0	1.704,70
2009	41,7	8,9	64,7	66,9	83,7	268,4	212,3	290,8	180,8	144,1	49,1	37,9	1.449,30
2010	1,2	0,5	35,5	241,7	317,7	205,5	211,5	162,8	254,9	71,4	145,1	20,3	1.668,10
2011	20,7	8,2	69,2	96,2	446,5	402,6	234,6	339,3	148,1	181,7	95,3	85,2	2.127,60
2012	15,3	7,7	20,0	163,6	426,2	214,7	319,2	316,9	142,0	234,4	23,0	52,1	1.935,10
2013	0,0	0,7	37,0	205,7	378,1	337,9	232,1	361,1	187,2	166,0	78,2	5,6	1.989,60

Fuente: Dirección de Hidrología y Meteorología del M.A.R.N, Portuguesa (MINAMB 2014).

C.

Tabla 11. Descripción de las diferentes escalas de madurez gonadal de los peces (Characiformes).

Escala / estadio	Estado	Apariencia del ovario	Descripción
I	Inmaduro	Muy delgados, como hilo en machos y similares a una cinta en Hembras	Los órganos sexuales son filamentos muy finos, incoloros y transparentes. En algunos casos no es posible diferenciar hembras y machos.
II	Reposo	Delgados y traslucido, en hembras mucho más ancho que en machos	Etapa de reposo o recuperación. No se puede detectar óvulos a simple vista. Ovarios y testículos en forma de cinta. De color rosa-naranja en hembras.
III	Madurando	Ligeramente alargados y ensanchados, ocupando un tercio de la cavidad abdominal	Órganos sexuales bien diferenciados. Engrosamiento y aumento de la vascularidad capilar, óvulos pequeños visibles a simple vista y de color azul-verdoso. Testículos de color blanco opaco.
IV	Maduro	Moderadamente alargados y ensanchados, ocupando dos tercios de la cavidad abdominal	Desarrollo de los órganos muy avanzado. Óvulos bien desarrollados. Testículos blanquecinos triangulares en toda su extensión. No hay expulsión de productos sexual al aplicar presión en el vientre.
V	Desove	Muy grandes y turgentes. Ocupa toda la cavidad abdominal	Productos sexuales listos para ser expulsados. Salen a la más leve presión. Venas bien desarrolladas irrigando toda la gónada. Testículos de color blanco perlado y ovarios verde grisáceo.
VI	Pos-desove	Alargados pero flácidos	El producto ha sido expulsado. Órganos sexuales flácidos, inflamados de color rosa traslucido, con óvulos residuales que son reabsorbidos.

Fuente: Castillo Otto, 1988.

D.



Figuras 22 y 23. Ejemplares macho y hembra de *Prochilodus mariae* respectivamente.

E.



Figuras 24 y 25. Hembras de *Prochilodus mariae* en estadio I y II de desarrollo gonadal respectivamente.

F.



Figuras 26 y 27. Hembras de *Prochilodus mariae* en estadio III de desarrollo gonadal.

G.



Figuras 28 y 29. Ejemplares macho y hembra de *Prochilodus mariae* en estadio IV de desarrollo gonadal respectivamente.

H.



Figuras 30. Macho de *Prochilodus mariae* en estadio V de desarrollo gonadal (expulsión de producto sexuales).