



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR**  
**CARRERA DE BIOLOGÍA MARINA**

**TÍTULO DEL TRABAJO PRÁCTICO**

Situación actual del cultivo de *Prochilodus magdalenae* (bocachico)  
en América Latina.

**TRABAJO PRÁCTICO**

Previo a la obtención de título de:

**Biólogo Marino**

**Autor:**

Marlitt Gabriela Moreno Bejar

**Tutor:**

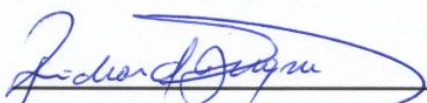
Blga. Mayra Cuenca Zambrano, M.Sc.

La Libertad – Ecuador

2022



## TRIBUNAL DE GRADO



Blgo. Richard Duque Marin, M.Sc.

**Decano**

**Facultad Ciencias del Mar**



Ing. Jimmy Villon Moreno, M.Sc.

**Director**

**Carrera de Biología Marina**



Firmado electrónicamente por:  
MAYRA MAGALI  
CUENCA ZAMBRANO

Blga. Mayra Cuenca Zambrano, M.Sc.

**Docente-Tutor**



Blga. Dennis Tomalá Solano, M.Sc.

**Docente de Área**

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, quiero agradecer a mi abuela, madre y tía por ser ese pilar fundamental en mi vida, por todo el apoyo brindado, los consejos y por siempre aportar con valores y enseñanzas que me han guiado por el buen camino, gracias por siempre impulsarme a luchar por todas las metas que me proponga.

Gracias a Dios por guiarme a través de cada uno de mis pasos, por permitirme tener buena salud y haber sido el administrador de cada una de las decisiones que he tomado para alcanzar mi objetivo.

A la Blga. Mayra Cuenca Zambrano, Mgt., por su tiempo y dedicación, gracias por el apoyo y guía brindado durante el desarrollo de este trabajo.

A la Universidad Estatal Península de Santa Elena por ser el lugar donde alcanzaré mi meta profesional, a cada uno de los docentes de la Carrera de Biología Marina que han tenido parte en mi formación profesional y a quienes agradezco por su tiempo, dedicación y su gran vocación en la enseñanza.

Agradecer por las hermosas personas que he conocido durante mi formación académica, gracias a todos los que en este viaje han pasado de compañeros a amigos, gracias por convertirse de amigos en familia, al maravilloso equipo que hemos formado, cada uno de ustedes representa algo importante para mí, me han ayudado en momentos de tristeza y fueron esa pequeña vocecita de aliento en tiempos difíciles, les deseo una vida llena de éxito y felicidad.

## ABSTRACT

The fish *Prochilodus magdalenae* (bocachico) is a species widely distributed in tropical climates and in countries affluent to the Amazon River basin. Due to the growing demand, the cultivation of this species has been increasing over the years in Latin America. In this document, bibliographic information was analyzed to know the systems and types of crops that have been developed for *P. magdalenae*. In addition, we specified the tons caught and weight gain as detailed in previous research. Based on the analysis, advantages and disadvantages were also found regarding the development of the cultivation systems. In the results, theoretically, *P. magdalenae* is a species that adapts easily to farming systems, with low production costs and high marketing costs. As for its fattening phase, this can be affected when planting densities are high. Since the management of bocachico is simple due to its good adaptation to cultivation and resistance to diseases, it is a potentially cultivable species that can be marketed at the regional and international levels. In relation to the information processed on the types of crops, it is an organism that can be used both in monoculture and polyculture.

**Key words:** *Prochilodus magdalenae*; Latin America; cultivation systems; weight gain; farming potential.

## RESUMEN

El pez *Prochilodus magdalenae* (bocachico) es una especie ampliamente distribuida en climas tropicales y por países afluentes a la cuenca del río Amazonas, debido a la creciente demanda el cultivo de esta especie ha ido en aumento a lo largo de los años en América Latina. En este documento se analizó información bibliográfica que permitiera conocer los sistemas y tipos de cultivos que se han desarrollado para *P. magdalenae*. Además, se especificó las toneladas capturadas y ganancia en peso según lo detallado en investigaciones previas. En base a lo analizado también se encontraron ventajas y desventajas sobre el desarrollo de los sistemas de cultivos. En los resultados, teóricamente *P. magdalenae* es una especie que se adapta fácilmente a los sistemas de cultivos presentando bajos costos en producción y elevados costos en su comercialización. En cuanto a su fase de engorde este puede verse afectado cuando las densidades de siembra son elevadas. Dado que el manejo de bocachico es simple por su buena adaptación al cultivo y resistencia a enfermedades, lo convierten en una especie potencialmente cultivable y de gran aceptación en su comercialización a nivel regional e internacionalmente. En relación a la información procesada sobre los tipos de cultivos, es un organismo que puede utilizarse tanto en monocultivo como en policultivo.

**Palabras clave:** *Prochilodus magdalenae*; América Latina; sistemas de cultivo; ganancia en peso; potencial de cultivo.

# ÍNDICE

ABSTRACT .....	V
RESUMEN.....	VI
INTRODUCCIÓN.....	1
<b>CAPÍTULO I: EL PROBLEMA.....</b>	<b>4</b>
1.1 Planteamiento del problema.....	4
1.2 Justificación .....	5
1.3 OBJETIVOS.....	7
1.3.1 Objetivo general: .....	7
1.3.2 Objetivos específicos: .....	7
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEORICO .....</b>	<b>8</b>
2.1 Generalidades de <i>Prochilodus magdalenae</i> .....	8
2.1.1 Escala taxonómica.....	8
2.1.2 Distribución y hábitat.....	9
2.1.3 Comportamiento.....	9
2.1.4 Reproducción.....	10
2.1.5 Piscicultura de <i>Prochilodus magdalenae</i> .....	12
2.1.6 Estado de conservación.....	12
2.2 Sistemas de cultivos .....	13
2.2.1 Sistemas Extensivo .....	13
2.2.2 Sistemas Semi-Intensivo.....	13
2.2.3 Sistemas Intensivo.....	13
2.2.3.1 Sistemas Biofloc.....	14
2.3 Tipos de Cultivos.....	14
2.3.1 Monocultivo .....	14
2.3.2 Policultivo.....	15
2.3.3 Cultivos Integrados.....	15
<b>CAPITULO III: METODOLOGÍA .....</b>	<b>16</b>
3.1 Tipo de estudio.....	16
3.1.1 Enfoque del estudio.....	16
3.1.2 Fases de este estudio .....	16
<b>CAPÍTULO IV: INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>18</b>
4.1 Situación actual del cultivo de <i>Prochilodus magdalenae</i> en América Latina. 18	

<b>4.2 Análisis de los datos de cultivo de <i>Prochilodus magdalenae</i> en América Latina.....</b>	<b>18</b>
4.2.1 Ecuador.....	18
4.2.2 Colombia.....	19
4.2.3 Perú.....	20
4.2.4 Brasil.....	21
<b>4.3 Descripción de los sistemas de cultivo.....</b>	<b>22</b>
4.3.1 Sistema de cultivo intensivo.....	23
4.3.2 Sistema de cultivo extensivo.....	24
4.3.3 Tipos de cultivo.....	25
<b>4.4 Ventajas y desventajas del cultivo de <i>Prochilodus magdalenae</i>.....</b>	<b>26</b>
4.4.1 Ventajas del cultivo de <i>Prochilodus magdalenae</i> .....	26
4.4.2 Desventajas del cultivo de <i>Prochilodus magdalenae</i> .....	28
<b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>29</b>
5.1 Conclusiones.....	29
5.2 Recomendaciones.....	30
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>31</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1 Desarrollo embrionario de <i>Prochilodus magdalenae</i>. .....</b>	<b>11</b>
<b>Tabla 2 Combinaciones de especies más utilizadas en policultivos.....</b>	<b>15</b>
<b>Tabla 3 Sistemas de cultivos utilizados en granjas piscícolas. ....</b>	<b>22</b>
<b>Tabla 4 Calidad de agua del cultivo de <i>Prochilodus magdalenae</i> en fase de pre-engorde .....</b>	<b>23</b>
<b>Tabla 5 Peso final de las especies cultivadas. ....</b>	<b>25</b>
<b>Tabla 6 Tipos de cultivo utilizados en granjas piscícolas de América Latina. ....</b>	<b>26</b>

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1 Toneladas de <i>Prochilodus magdalenae</i> en Ecuador. ....</b>	<b>19</b>
<b>Gráfico 2 Toneladas capturadas de <i>Prochilodus magdalenae</i> en Colombia. ....</b>	<b>20</b>
<b>Gráfico 3 Toneladas capturadas de <i>Prochilodus magdalenae</i> en Perú. ...</b>	<b>21</b>
<b>Gráfico 4 Toneladas capturadas de <i>Prochilodus magdalenae</i> en Brasil. .</b>	<b>22</b>

## INTRODUCCIÓN

La acuicultura es un proceso encaminado a satisfacer las necesidades nutricionales de las personas, siendo algunas especies las más relevantes y que garantizaran la seguridad alimentaria, fortaleciendo los ingresos económicos de las comunidades (Lujan Monja & Caruajulca, 2020). Actualmente se practica la acuicultura y la piscicultura, tanto para especies marinas y de agua dulce. Las operaciones de piscicultura se están desarrollando en muchas partes del mundo, para formar parte integral de los sistemas de producción en todo el mundo, con mayor poder en China para crear la integración de los sistemas de cultivo y fomentar el cultivo de especies (Tapiador, Henderson, Delmendo, & Tsutsui, 1978). Aunque la acuicultura es el sector de producción de más rápido crecimiento a nivel mundial, este hecho aún es desconocido para muchos fuera de la industria acuícola (ESPAE, 2018). Existen varias especies de peces que se cultivan en la actualidad debido a la calidad de su carne y a la rusticidad del cultivo como es el caso de *Prochilodus magdalenae* (bocachico), *Arapaima gigas* (paiche), *Colossoma macropomum* (cachama negra), *Pseudoplatystoma fasciatum* (bagre) (González Alarcón, 2001).

El *P. magdalenae* es un pez de agua dulce y de clima tropical (Moyle & Cech, 2000). Se encuentran en lagos, estanques, arroyos y ríos con agua clara, de movimiento lento y con sedimentos en el fondo. (Salinas Coy, Córdoba Agudelo, Alonso González, Prieto Piraquive, & Bonilla, 2007). Forma grandes cardúmenes en época reproductiva y realiza grandes migraciones estacionales, en condiciones de cultivo tiene un extraordinario desempeño debido a su facilidad de cultivo y resistencia a enfermedades, además que, alcanza pesos y tallas de comercialización altas en tiempo récord.

Es una especie representativa de la ictiografía ecuatoriana, colombiana y de la cuenca amazónica, este pez es conocido principalmente por su boca pequeña, carnosa y prominente dotada de diminutos dientes convirtiéndolo en un pez

detritívoro. Los machos pueden llegar alcanzar los 37 cm de longitud total (Castro & Vari, 2003), (Montreuil, García, & Rodríguez, 2001).

El *Prochilodus magdalenae* es un pez migratorio y se lo puede encontrar tanto en ciénagas como en ríos, su desplazamiento es con fines reproductivos y alimenticios, en el Ecuador sus cardúmenes mayormente se los encuentra a lo largo de la cuenca del río Guayas, mayormente se reproduce en épocas de lluvia acompañados del crecimiento de los ríos (Corporación Colombiana Internacional (CCI), 2008). Sus poblaciones se han visto drásticamente mermadas debido a la introducción de artes de pesca no selectivos y al desconocimiento de su biología reproductiva, además la contaminación de los ríos los convierte en no viables para el correcto desarrollo de los alevines de bocachico.

*P. magdalenae* es una especie que cuenta con pocos referentes teóricos sobre su viabilidad técnica en sistemas de cultivo intensivos, esto se debe a que las evaluaciones de crecimiento en confinamiento no han dado resultados prometedores, sin embargo, tiene características aptas para el cultivo en estanques a nivel semi-intensivo y extensivo. La creciente demanda de esta industria implica mejorar las técnicas para la obtención de alevines, la calidad de los mismos incidirá directamente en la rápida expansión de la industria y ubicarlos, en un futuro próximo, como uno de los principales recursos de la acuicultura.

La diversificación en América Latina sobre el cultivo de bocachico se fundamenta en la aplicación de pocos requerimientos tecnológicos al cultivo de esta lo que incrementa su popularidad y lo convierte en un excelente referente en la comercialización del pez, cuenta con facilidades de manejo en sistemas de cultivos y alta resistencia a enfermedades, sumado a la alta adaptabilidad a cambios en las condiciones ambientales, además de la capacidad de adaptarse rápidamente en cautiverio, permite a los acuaristas desarrollarse en mercados locales o regionales (Estévez, 2018).

En la actualidad las experiencias de crianza, manejo y reproducción en América Latina han sido realizadas a pequeña escala e incluso como sistemas de cultivo integrados, en países como México, Bolivia y Panamá basan sus producciones en la utilización de sistemas extensivos de cultivo, además que al no poseer el ciclo cerrado de la especie estos países deben adquirir los alevines de *P. magdalanae* a lugares como Ecuador, Colombia, Perú y Brasil debido a que se colectan en medio natural ejemplares en etapa de reproducción.

El cultivo de esta especie es importante para el fortalecimiento de la industria como conquista de nuevos sectores de mercado, incrementar la comercialización de la especie en América Latina y además a la oportunidad de desarrollar nuevas investigaciones (García, y otros, 2011). Los sistemas de cultivo de *P. magdalanae* se basan en el peso y la producción generada lo cual se relacionada directamente al tiempo y tipo de cultivo empleado.

El propósito de la siguiente revisión bibliográfica es analizar las propuestas de cultivo de *P. magdalanae* con énfasis en la implementación de nuevas tecnologías que permitan fortalecer la acuicultura de agua dulce a nivel latinoamericano.

# CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

## 1.1 Planteamiento del problema

En América Latina, la acuicultura constituye una alternativa efectiva y de particular interés, debido a la producción de alimento capaz de ofrecer oportunidades para aumentar el empleo y los ingresos de las poblaciones asentada en áreas rurales, y la participación en la producción de divisas (FAO, 1994a). La producción acuícola es relativamente nueva, por lo que no es muy popular entre los residentes de diferentes países de la región latinoamericana, el desarrollo de esta actividad data de los últimos veinte años, dentro de los cuales se han realizado cultivos de subsistencia a pequeña, mediana y gran escala (Gregorio, Varsi, & De Wit, 1994).

La población mundial en la actualidad presenta un déficit en acceso a alimento de origen animal., por lo tanto en las zonas rurales se ha promovido el cultivo de diferentes especies acuícolas, siendo de gran interés el cultivo de *P. magdalenae* , el desarrollo de este sistema ha tenido poco éxito debido a la falta de conocimiento técnico-experimental, además de la fuerte dependencia de estos programas que antes eran compartidos por el Estado, la Agencia de Cooperación Internacional, proyectos de ayuda, en los cuales las operaciones son suspendidas y, las instalaciones abandonadas (FAO, 1994b).

El cultivo de *P. magdalenae* ha sido bien aceptado debido a su alta demanda comercial en América Latina, esta producción acuícola aún no ha obtenido reconocimiento internacional, es solo una alternativa a la acuicultura a nivel local y requiere que las agencias debido a la reducción de sus poblaciones en su medio natural, es necesario que las instituciones y funcionarios gubernamentales junto a la empresa privada centren su atención en el desarrollo de esta industria acuícola y el impulso al cultivo de peces autóctonos de las cuencas hidrográficas de Colombia, Ecuador, Perú, Brasil.

## 1.2 Justificación

En la actualidad el ser humano busca la forma de aprovechar los recursos con un enfoque sustentable, además de encontrar una alternativa sana y confiable de alimento, es por esto que el creciente cultivo de *P. magdalenae* ha sido ejecutado por comunidades rurales de Colombia, Ecuador, Perú y Brasil, como una manera de aprovechar la presencia del recurso y también asegurar sus fuentes de ingresos encaminados al mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades.

El *P. magdalenae*, es la especie más importante en los desembarques de pescado en Guayas, muy apetecido en la provincia de Los Ríos donde sus poblaciones se han visto mermadas por la contaminación de las aguas. Se tiene registros de ser la cuarta especie más cultivada en la Amazonía peruana (Salas, Barriga, & Albrecht-Ruiz, 2009), aunque su nivel de captura comercial se ha reducido notablemente, convirtiéndolo en una especie vulnerable desde el punto de vista de su conservación (Cartay, 2020). Es una de las especies más cultivadas en América del Sur, donde se encuentra ampliamente distribuido, con extensión hasta Panamá (Atencio, Kergoelén, Naar, & Petro, 2013; García, y otros, 2011).

Es necesario el aporte científico de la investigación para el desarrollo de sistemas de cultivo de *Prochilodus magdalenae*, para lo que es necesario revisar su desempeño en sistemas de producción acuícola. Indagando en la información publicada, donde se destacan aspectos relevantes sobre el tipo de cultivo, las capturas obtenidas y el peso de las mismas, se entiende la necesidad de desarrollar estudios encaminados a los sistemas de cultivo de la especie, donde la intención es conseguir reducir los tiempos de ganancia en peso y diversificar el cultivo de la especie.

Las piscifactorías que incluyen peces nativos de hábitos detritívoros y carnívoros, como es el caso de *P. magdalenae* tienen beneficios ambientales, sociales y económicos para el medio ambiente, ya que la acuicultura utiliza toda la columna de agua, incluido el fondo, para mejorar la dinámica trófica del acuario (García, y otros, 2011); Beneficios sociales porque aportará proteína adicional y aminoácidos que se encuentran en la carne de pescado para mejorar la seguridad alimentaria (Gneri & Angelescu, 1951); Y sus beneficios económicos ya que reducirá el coste del cultivo en más de un 60% del coste de producción en la mayoría de los sistemas utilizados (Espinal, Martínez, & González, 2005).

Dentro del presente análisis bibliográfico se abordará el cultivo de bocachico en América Latina, permitiendo conocer el panorama internacional y la viabilidad como actividad comercial, lo que nos ayudará a comprender de mejor manera el desempeño y comportamiento de esta especie en sistemas de cultivo.

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 Objetivo general:**

Comparar el cultivo de *P. magdalenae* en América Latina mediante un análisis de datos no periódicos para su potencial y uso en la acuicultura.

### **1.3.2 Objetivos específicos:**

- Analizar los datos de cultivo de *P. magdalenae* documentadas para los países de América Latina.
- Describir los sistemas de cultivos de *P. magdalenae* mayormente utilizados en América Latina identificando el de mayor producción.
- Comparar las ventajas y desventajas del cultivo de *P. magdalenae* para su exportación.



## CAPÍTULO II: MARCO TEORICO

### 2.1 Generalidades de *Prochilodus magdalenae*

El *P. magdalenae* pertenece a la familia Prochilodontidae, del orden Characiforme, también se lo conoce como curimata o coporo, es un pez de agua dulce conocido fundamentalmente por la configuración de su boca la cual es pequeña, carnosa y prominente, además se encuentra dotada de numerosos dientes. La estructura de su boca lo convierte en su pez succionador, que se alimenta mediante los detritos del fondo de los ríos (Cartay, 2020).

El cuerpo tiene forma de torpedo, pesa entre 0,2 (juveniles) y 2,5 Kg (adultos), llega a medir hasta 50 cm con rangos comprendidos desde los 22 y 44 cm., su cuerpo es de color plateado uniforme, con tonalidades rojas y amarillas en sus aletas, mientras que sus escamas son rasposas. Las aletas caudales son bilobuladas y presentan en una coloración rojiza en la base, con una sola aleta dorsal de radios blandos y traslucidos.

#### 2.1.1 Escala taxonómica

La especie *P. magdalenae* ha sido descrita taxonómicamente por Steindachner en 1879, esta especie pertenece a la familia Prochilodontidae (Figura 1).



**Figura 1.** *Prochilodus magdalenae* (bocachico).

**Fuente:** Zualaga-Gómez, 2020.

**Reino:** Animalia

**Phylum:** Chordata

**Clase:** Actinopterygii

**Subclase:** Neopterygii

**Infraclase:** Teleostei

**Superorden:** Ostariophysi

**Orden:** Characiformes

**Familia:** Prochilodontidae

**Género:** *Prochilodus*

**Especie:** *P. magdalenae* (Steindachner, 1879)

### 2.1.2 Distribución y hábitat

El *P. magdalenae* se distribuye en zonas de clima tropical, se lo encuentra a lo largo de Sudamérica incluido Panamá, en las cuencas de los ríos Atrato, río Catatumbo, Sinú, San Jorge, Cauca y Magdalena en Colombia; río Changuinola, río Teribe, río Yorkin y río Sixaola en Panamá; río Guayas en Ecuador; en la Amazonía Peruana.

En estado salvaje, esta especie vive en cuerpos de agua que permanecen en el mismo lugar o conocidos como ecosistemas de lénticos, así también en lagos que suelen estar cubiertos de plantas silvestres, aunque incluso se los puede encontrar en ambientes con aguas claras (Plataforma de Comunicación Agrotendencia, 2018).

### 2.1.3 Comportamiento

El pez bocachico vive en aguas dulces de ríos y ciénagas, la forma de obtener su alimento lo convierte en una especie considerada ecológica ya que contribuye a la limpieza y ecología de los estanques en casos de cultivo. Es un pez de hábitos migratorios, en la época de creciente o también denominada subienda busca canales de ríos o aguas de desborde para desovar, en este trayecto se alimenta de materia orgánica y algas (Cartay, 2020).

Es de hábitos detritívoros-iliófagos, se alimentan principalmente de organismos

como algas, bacterias, hongos, insectos, restos orgánicos e inorgánicos que se adhieren al sustrato o se encuentren en los cuerpos de agua. Esta dieta se convierte en una ventaja en cautiverio porque reduce el costo de cultivo en estanques, lo que reduce la proporción de alimento balanceado en la dieta.

#### **2.1.4 Reproducción**

El *P. magdalenae* es un pez cuya madurez sexual se alcanza en los machos aproximadamente al año de edad y las hembras al año y medio de edad, en sistemas de cultivo se ha encontrado que tanto machos y hembras maduran sexualmente a los 10 meses. En estado natural este pez se reproduce en aguas quietas como ciénagas, embalses o lagunas, por lo tanto, realiza migraciones denominadas subienda, mitaca y bajanza en el río para completar su madurez sexual.

El proceso de desove ocurre en la época de “bajanza” comprendida entre los meses de abril a junio coincidiendo con el decrecimiento de los ríos y así el pez retorna a las zonas de inundación. Los huevos depositados durante el desove son semiflotantes, lo que les permite dispersarse con facilidad en el agua.

Según Olaya *et al.* (2001) una sola hembra puede producir en promedio entre 80.000 y 200.000 huevos, mientras que, Roa-Lázaro *et al.* (2017) indican que en cautiverio la especie alcanza su madurez sexual a los diez meses, sin embargo, es incapaz de reproducirse en cultivos a menos que sea inducida a través de hormonas. La fertilidad media es de unos 150000 huevos por hembra.

En cautiverio, los machos reducen la espermatogénesis, mientras que las hembras completan la formación vitelina y finalmente interrumpen la maduración de los ovocitos. (Atencio, Kergoelén, Naar, & Petro, 2013). Por ello, es importante utilizar tratamientos hormonales para inducir la maduración final. El cultivo de la especie se caracteriza por una baja densidad de población y el uso de grandes cantidades de agua. Dentro de los aspectos relevantes para su reproducción existen parámetros observaciones sobre el desarrollo embrionario y larval reportados por Solano (1970) y Valencia (1978) con variaciones respecto al

tiempo de desarrollo en función de la temperatura del agua los mismos que están reflejados en la Tabla 1.

Tabla 1 Desarrollo embrionario de *Prochilodus magdalenae*.

Tiempo	Descripción	Temperatura
<b>Minuto 15</b>	Levantamiento de la zona correspondiente al polo animal.	28 °C
<b>Minuto 20</b>	Primer clivaje: formación del primer blastómero.	27,6°C
<b>Minuto 35</b>	Segundo clivaje: se observan cuatro células.	27,6°C
<b>Minuto 45</b>	Tercer clivaje: se observan ocho células, diámetro del huevo de 3.5-4.0 milímetros.	27,6°C
<b>Minuto 90</b>	Mórula.	28,3°C
<b>Minuto 105</b>	Blástula.	28,3°C
<b>Minuto 235</b>	Gástrula.	28,3°C
<b>Minuto 420</b>	Embrión temprano, se diferencia región cefálica y caudal. Blastoporo cerrado.	28,7°C
<b>Minuto 450</b>	Formación de la vesícula óptica y de los miómeros.	28,4°C
<b>Minuto 480</b>	Formación de la vesícula ótica, se observan las primeras contracciones musculares.	28,4°C

Fuente: Guía para el manejo, cría y conservación del bocachico, 2003.

Se obtuvieron resultados satisfactorios al inducir la reproducción de *P. magdalenae* mediante el uso de diferentes hormonas como la hipófisis de carpa. El objetivo principal de obtener alevines es reponerlos en cuerpos de agua donde la especie ha disminuido drásticamente debido a la sobreexplotación y al daño ambiental de los estanques. El cultivo de esta especie da buenos resultados cuando se monocultiva con densidades de 1 pez/m<sup>2</sup>.

### **2.1.5 Piscicultura de *Prochilodus magdalenae***

El *P. magdalenae* es la especie más representativa de los desembarques de pescado en los puertos de Loreto, Guayas, sumado a que es la cuarta especie más cultivada en las piscigranjas de la Amazonía peruana (Salas, Barriga, & Albrecht-Ruiz, 2009), oficialmente su cultivo está ampliamente distribuido en América del Sur.

*P. magdalenae* es una especie que se adapta al cautiverio y al policultivo, en particular con *Oreochromis niloticus* (tilapia) y su alimentación con perifiton lo colocan como principal objeto de la piscicultura en Colombia. Es responsable de más o menos la mitad de su producción pesquera total, es también una de las principales especies de pesca continental en Colombia y Ecuador. La especie es capaz de adaptarse fácilmente al cultivo, su alimentación es de bajo costo y crece rápidamente. Algo parecido sucede en la Amazonía peruana.

### **2.1.6 Estado de conservación**

*P. magdalenae* es una especie muy cotizada en el mercado y un recurso valioso para comunidades pesqueras de la costa ecuatoriana, colombiana y la Amazonía peruana quienes se dedican a su captura, venta y comercio. Debido a la drástica reducción de sus poblaciones, probablemente por la captura sin control, pasó a ser uno de los recursos con mayor valor de conservación.

Sin embargo, su conservación también se ve amenazada por la destrucción y degradación de hábitat, la cual es ocasionada por las actividades humanas, como la extracción de material pétreo, el desarrollo local, avances de las fronteras agrícolas, turismo y cambios climáticos; actividades que a su vez amenazan a otras especies representativas que habitan en los ríos, lagos y lagunas. Aunque su captura comercial se ha reducido significativamente sigue siendo una especie vulnerable desde el punto de vista de conservación, esto lo convierte en una especie en peligro de extinción.

## **2.2 Sistemas de cultivos**

### **2.2.1 Sistemas Extensivo**

Es la piscicultura de baja densidad (1 pez cada 5-10 metros cuadrados), generalmente en una gran extensión de espejo de agua, con poco o ningún intercambio de agua, crianza natural y mínima inversión de capital. Es común utilizar cuerpos de agua existentes como jagüeyes, lagunas o presas. Los seres humanos tienen poco control sobre la agricultura y se limitan a sembrar y cosechar animales; el resultado es un bajo rendimiento por unidad de área, pero con una buena rentabilidad (Merino, Salazar, & Gómez, Guía práctica de piscicultura en Colombia, 2015).

### **2.2.2 Sistemas Semi-Intensivo**

Este tipo de cultivo es utilizado con 2 a 4 peces por m<sup>2</sup>, utilizándose preferiblemente estanques de 200 a 2.500 m<sup>2</sup> o mayores; se aplica abono para producir abono natural y se suministra alimento concentrado y productos agrícolas suplementarios como frutas, semillas, hojas, entre otros. Se requiere bajo recambio de agua y manejo de la tasa de alimentación (Merino, Salazar, & Gómez, Guía práctica de piscicultura en Colombia, 2015).

### **2.2.3 Sistemas Intensivo**

Es el cultivo de peces bajo un manejo tecnificado con altas densidades (5 a 20 peces por m<sup>2</sup>); se realiza principalmente para uso comercial, y se requiere la entrada y salida de balsas construidas según esta tecnología; la alimentación complementaria y el uso de tecnología moderna permiten una alta densidad de cultivo, se lleva una programación de la producción en cuanto a siembra y cosecha. Se realiza un control permanente de la calidad del agua y se realiza abonamientos frecuentes con fertilizantes orgánicos e inorgánicos (Merino, Bonilla, & Bages, 2013).

### **2.2.3.1 Sistemas Biofloc**

Estos sistemas contienen una cantidad sustancial de partículas que son creadas y contienen una comunidad microbiana densa (Ray, Shuler, Leffler, & Craig, 2009). Normalmente, la única filtración externa para sistemas BF es un filtro de sólidos para controlar la abundancia de partículas (Azim, y otros, 2008). Las partículas incluyen semillas orgánicas en las que se desarrollan micro, diferentes micro criaturas (animales, rotor, setas, oligocos), así como otros microorganismos y especialmente una variedad de bacterias micro heterogéneas. Estos sistemas pueden operar con bajas velocidades de reemplazo de agua (0,5 a 1% / día) y minimizar la tasa de reemplazo del agua. Los residuos orgánicos creados en la producción se deterioran y se mantienen en la suspensión en el tanque, actuando como un sustrato para desarrollar bacterias, estas bacterias se encargan de la limpieza y de mantener la calidad del agua, utilizando compuestos nitrogenados que son perjudiciales para los peces (como amoníaco, nitrito o nitrato) para sintetizar proteínas y microorganismos, para que esto se produzca de manera eficaz es necesario mantener niveles apropiados de oxígeno, pH y alcalinidad en los tanques de cultivo. Otro punto importante es garantizar la proporción de C: N casi 20: 1 en residuos orgánicos en el país, realizado agregando una fuente de carbono y / o alimentación de peces con bajo contenido de proteínas (Kubitza, 2011).

## **2.3 Tipos de Cultivos**

### **2.3.1 Monocultivo**

Comprende la utilización de una sola especie durante todo el proceso de cultivo, en este tipo de cultivo se dejan muchas fuentes de alimento sin aprovechar y en algunos casos el exceso de alimento causa deterioro de la calidad del agua, ocasionando el crecimiento de plancton o de plantas acuáticas (AUNAP, 2018).

### 2.3.2 Policultivo

Es el cultivo de varias especies en un mismo estanque; este sistema optimiza el aprovechamiento del espacio y del alimento, incrementando la producción y disminuyendo la conversión alimenticia, por lo tanto, los costos. Los múltiples criaderos que han logrado un buen valor comercial y que se practican actualmente son una mezcla de tilapia roja o con cachama blanca. También se emplean como especies secundarias especies limnófagas como el bocachico, la carpa común y la carpa espejo (Merino, Salazar, & Gómez, 2015). Combinaciones de especies más utilizadas en policultivo (Ver Tabla 2).

Tabla 2 Combinaciones de especies más utilizadas en policultivos

Tilapia + Cachama	<b>Especies Utilizadas</b>
Tilapia + Cachama + Carpa	
Tilapia + Cachama + Bocachico	
Cachama + Bocachico	

Fuente: INCODER, 2015.

### 2.3.3 Cultivos Integrados

El manejo de los cultivos integrados se basa en la autosuficiencia y en la máxima utilización de los recursos de la finca, con una baja incorporación de insumos externos a la producción. Algunos ejemplos de integración agro-pecuaria-acuícola incluyen el cultivo de bocachico con arroz, donde la especie se ubica dentro de los arrozales y parte de los desechos son utilizados para fertilización y alimento de los peces y a su vez, el limo depositado en el fondo del estanque es un excelente abono para fertilizar los cultivos agrícolas (FAO, 2014).



## CAPITULO III: METODOLOGÍA

### 3.1 Tipo de estudio

El presente estudio se realizó a través de una encuesta de estilo documental, en la que se recogieron los aspectos más relevantes del tema, destacando información sobre los sistemas de cultivo de *Prochilodus magdalenae*, donde se destacaron las experiencias de manejo en América Latina.

#### 3.1.1 Enfoque del estudio

Este estudio destacó los datos más relevantes para los sistemas de producción acuícolas y recopiló información sobre experiencias de gestión donde las operaciones de producción juegan un papel importante. A su vez, se determinarán las ventajas y desventajas de aplicar estos cultivos.

#### 3.1.2 Fases de este estudio

En este estudio documental, la metodología utilizada se compuso de dos fases esenciales para su elaboración:

- a) **Revisión sistemática general de artículos:** Se ejecutó una compilación de la información referida al cultivo de *Prochilodus magdalenae*. En esta revisión se utilizaron documentos de países de América Latina como Ecuador, Perú, Colombia y Brasil.
  
- b) **Identificación, clasificación y análisis de la información:** A partir de la información obtenida de las diferentes herramientas bibliográficas utilizadas, se identificaron los aspectos más relevantes, como los diferentes alimentos presentados en los experimentos, tesis de trabajo de investigación y tesis de grado, lo que permite una organización detallada de los aspectos analizados en cada apartado.

### 3.1.3 Recopilación de información bibliográfica

Para la elaboración de este documento se realizó una búsqueda sistemática de información (se indexaron artículos científicos, disertaciones, libros y revistas) respecto al cultivo de *Prochilodus magdalenae*, realizando una evaluación exploratoria inicial de la literatura para determinar la disponibilidad de información y finalmente una revisión en profundidad de los documentos encontrados de los que extraer la información relevante y agregada que se requiera al respecto.

Una vez recopiladas, analizadas e identificadas claramente todas las fuentes bibliográficas, se examina el potencial del cultivo para describir e identificar las ventajas y desventajas de la producción de *Prochilodus magdalenae*.

Para desarrollar este estudio se utilizaron un total de 25 fuentes bibliográficas y herramientas, implementadas en países de América Latina donde tenemos a continuación:

- Tres Boletines oficiales del departamento de Pesca de Ecuador, Colombia y Perú.
- Ocho artículos científicos y de divulgación enfocados a la producción en Colombia, Perú y Brasil.
- Dos revistas científicas de Colombia.
- Un informe científico del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca del Ecuador.
- Dos libros sobre el manejo de *P. magdalenae* enfocados en la producción y cautiverio de la especie.

## CAPÍTULO IV: INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

### 4.1 Situación actual del cultivo de *P. magdalenae* en América Latina.

El *P. magdalenae* es la principal especie de las pesquerías desarrolladas en las cuencas de los ríos Magdalena, Guayas, Perú, Brasil, desde hace mucho tiempo atrás, esto se debe a su gran aceptación y elevado valor de comercialización (Doria-González, Espitia-Galvis, Segura-Guevara, & Olaya-Nieto, 2020). En la actualidad es una de las especies mayormente amenazadas gracias a la sobreexplotación del recurso (Mojica, Valderrama, Barreto, & Álvarez-León, 2012).

*P. magdalenae* es un pez que realiza migraciones anuales, estos eventos ocurren durante las aguas altas para el desove y durante las migraciones de aguas bajas a las áreas de alimentación. (Olaya-Nieto, Segura-Guevara, Tordecilla-Petro, & Martínez-González, 2016), lo cual lo hace aún más susceptible a ser capturado en grandes cantidades.

Las capturas de esta especie a nivel latinoamericano rondan las 70000 t/año, siendo los desembarques más importantes los que se producen en Colombia, Ecuador, Perú y Brasil.

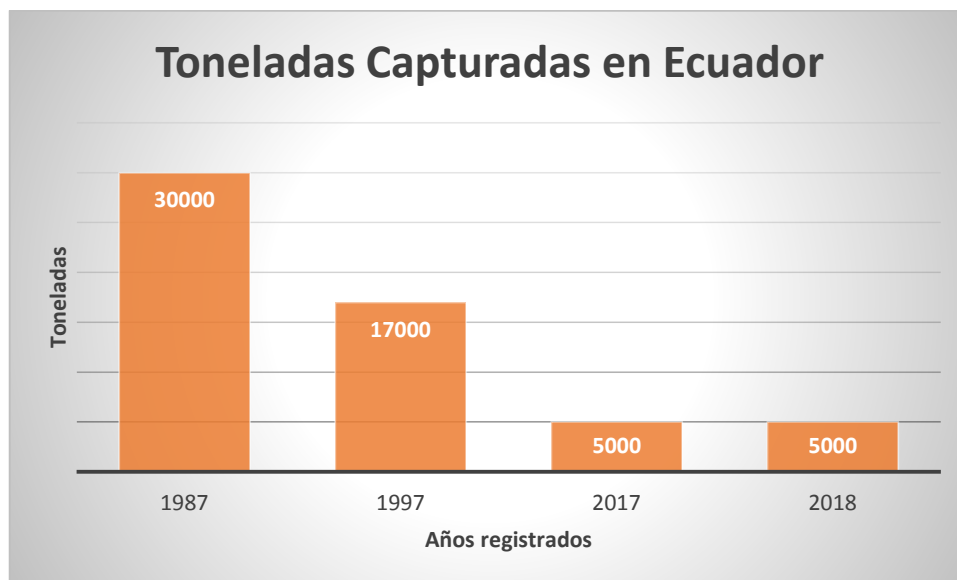
### 4.2 Análisis de los datos de cultivo de *P. magdalenae* en América Latina.

#### 4.2.1 Ecuador

La captura de *P. magdalenae* en la cuenca del río Guayas genera preocupación debido al descenso en la pesca de esta especie, es así que para 1987 se tiene reportes de 30000 toneladas contra 3000 toneladas capturada en 1997, lo que corresponde a una disminución del 90% en su pesquería. Lo descrito anteriormente demuestra una alarmante disminución en el recurso debido a la sobreexplotación y al deterioro de los ecosistemas. En la actualidad la producción de esta especie se basa a cultivos en zonas rurales que posteriormente son comercializados internamente, estas piscigranjas producen

anualmente 200 toneladas, mientras que las capturas no llegan a ser más de 5000 toneladas anuales (Ver gráfico 1).

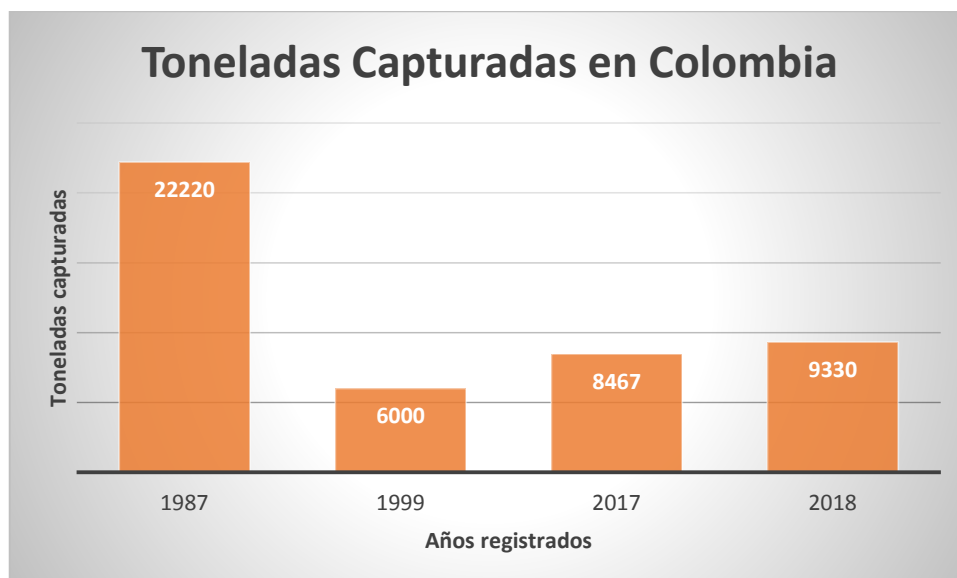
Gráfico 1 Toneladas de *P. magdalenae* en Ecuador.



#### 4.2.2 Colombia

Las pesquerías de la cuenca del Magdalena, antes de la caída de las capturas, producían 49.378 ton/año, esto corresponde el 85% de la producción pesquera dulceacuícola del país (Valderrama & Zárate, 1989). La captura total de la cuenca durante 1987 fue del 45% para el bocachico con un equivalente a 22.220 t/año. La captura total de esta especie en la cuenca del Magdalena disminuyó de 38.000 t/año en 1978 a sólo 6.000 t en 1999, lo que representa una disminución del 84% (Barreto, y otros, 2009). En 2017 alcanza niveles del 62,6% lo que se traduce en 8467 t/año y el 47,9% que equivale a 9330 t/año en 2018 con respecto a la captura total en la cuenca (Ver gráfico 2) (De la Hoz-M, Duarte, & Manjarrés-Martínez, 2018).

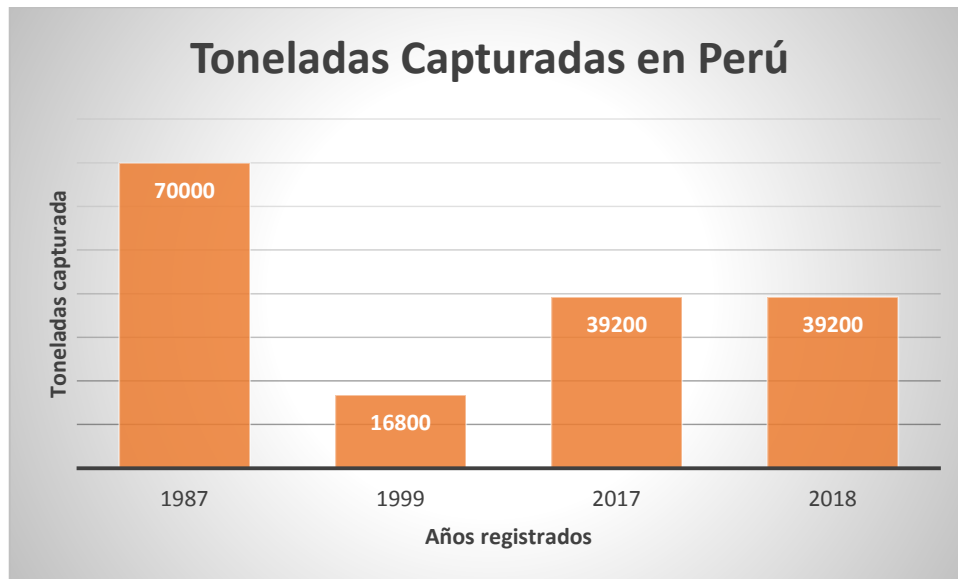
Gráfico 2 Toneladas capturadas de *P. magdalenae* en Colombia.



#### 4.2.3 Perú

En la cuenca peruana del río Amazonas los desembarques de *P. magdalenae* corresponde a 70000 t/año para 1977, siendo la cuarta especie más capturada de la zona y con mayor aceptación en su comercialización (Montreuil, García, & Rodríguez, 2001). Mientras que, para 1999 las capturas se reducen en 76% que equivale a 16800 t/año, esto se debe a la sobrepesca de la especie. En 2017 y 2018 la pesquería de *P. magdalenae* se recupera y sus capturas suman anualmente las 39200 t/año lo que se traduce como el 44% total de los registros de capturas de la especie (Ver gráfico 3).

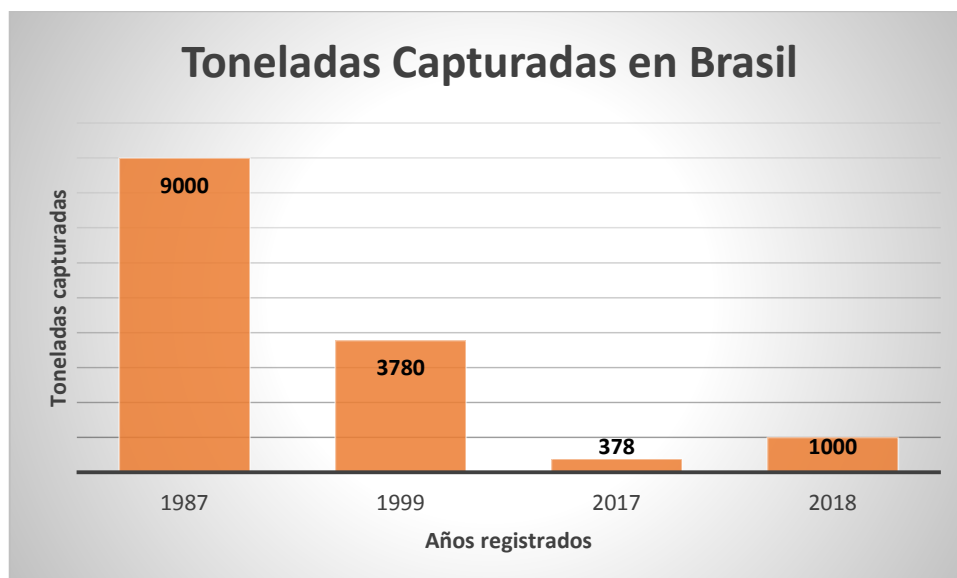
Gráfico 3 Toneladas capturadas de *P. magdalenae* en Perú.



#### 4.2.4 Brasil

Los reportes sobre la captura de *P. magdalenae* en la Amazonía brasileña son notablemente más bajas que su similar peruano, es por esto que para 1987 se tienen reportes de 9000 toneladas capturadas, en Brasil las capturas se realizan con trasmallo de fondo. Las capturas presentaron una reducción del 58% correspondiente a 3780 toneladas resultado de la pesquería para 1997. Actualmente los registros pesqueros se basan en el producto de las granjas de cultivo dónde se han observado valores de 378 toneladas perdiendo el 90% de la pesca registrada en 2017, sin embargo, en el 2018 se logra un despunte de hasta 1000 toneladas (Ver gráfico 4).

Gráfico 4 Toneladas capturadas de *P. magdalenae* en Brasil.



#### 4.3 Descripción de los sistemas de cultivo.

La producción de *P. magdalenae* en estanques o ambientes de contención comenzó a tener mayor presencia en la producción acuícola a partir del 2001, cuando incorporó el 8,38% de la oferta pesquera hasta el momento.

Existe un total de 21 granjas piscícolas asentadas y en pleno funcionamiento en América Latina, de estas el 57% es decir 12 piscifactorías utilizan el sistema semi-intensivo, el 24% que equivale a 5 granjas recurren al sistema intensivo para sus actividades y el 19% que son 4 piscícolas se dedican a la producción a un nivel extensivo.

Tabla 3 Sistemas de cultivos utilizados en granjas piscícolas.

Sistemas de Cultivo	Nº de granjas	Porcentaje
Semi-Intensivo	12	57%
Intensivo	4	19%
Extensivo	5	24%
Total	21	100%

Fuente: Marlitt Moreno, 2022.

Debido a su régimen alimentario detritívoro esta especie es considerada como alternativa para la piscicultura extensiva y semi-intensiva y sus cultivos se manejan a densidades de 1 pez/m<sup>2</sup>, siendo común en policultivos con especies omnívoras como *Colossoma macropomum* (cachama negra), *Piaractus brachypomus* (cachama blanca) y *Oreochromis niloticus* y *Oreochromis* sp. (tilapias) (García, y otros, 2011).

#### 4.3.1 Sistema de cultivo intensivo

Ayazo-Genes, y otros (2018) evaluaron sobre el comportamiento del bocachico en sistemas de producción intensiva utilizando tecnología biofloc, el cual fue sembrado a tres densidades 5 (T1), 10 (T2), 20 peces/m<sup>3</sup> (T3) y mantenidos durante cuatro meses (fase de pre-engorde) en un cultivo, indicaron que los parámetros de calidad del agua no afectaron el rendimiento de la especie, pero durante el estudio se observó que el comportamiento del bocachico influye en la dinámica del biofloc, especialmente en los valores de sólidos totales sedentarios y sólidos suspendidos totales. Al final del pre-engorde los peces alcanzaron pesos diferentes en cada uno de los tratamientos, siendo el de mayor valor el tratamiento 1 (Ver Tabla 4).

Tabla 4 Calidad de agua del cultivo de *P. magdalanae* en fase de pre-engorde

Parámetro	T1	T2	T3
Temperatura (°C)	28,6	28,5	28,4
Oxígeno disuelto (mg/L)	6,9	6,9	6,8
pH	8	8	8
Alcalinidad (mg/L)	95,3	114,5	108,6
Sólidos sedimentables (mL/L)	0,7	0,7	0,7
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	168,5	195	121,5
Peso final G	74,3	45,9	31,9

Fuente: Ayazo-Genes y otros (2018)



Las dinámicas presentadas por estos parámetros son diferentes de los informes de otros autores desarrollados para *Oreochromis* sp. (tilapia) y *Litopenaeus vannamei* (camarón blanco). Avnimelech (2015) sugiere que, en la piscicultura, los valores de sólidos sedimentos deben encontrarse entre 20 y 30 ml, mientras que Lorenzo, y colaboradores (2016) reportan valores de 278,3 mg de sólidos suspendidos totales para el cultivo de *Litopenaeus vannamei* (camarón blanco) dichos valores se toman como referencia para los sistemas de cultivo en biofloc. Los bajos niveles de sólidos sedimentables encontrados en este estudio se relacionan con el comportamiento y los hábitos alimenticios de la especie *P. magdalenae* ya que inhiben la formación del flóculo, aunque estos valores no modifican la calidad del agua durante el cultivo.

#### **4.3.2 Sistema de cultivo extensivo**

El desarrollo de sistemas de cultivo a nivel extensivo se realiza bajo la modalidad de policultivo especialmente entre *P. magdalenae*, *Oreochromis niloticus* (tilapia nilótica) y *Brycon moorei* (dorada). Von-H & Grajales A., (2007) evalúan el sistema de producción de la asociación entre la *Brycon moorei* (dorada) y *P. magdalenae* en condiciones artificiales de cultivo, en policultivo con *Oreochromis niloticus* (tilapia nilótica). Para el desarrollo de este estudio se cultivaron doradas a densidades de 1 a 2 peces por m<sup>2</sup> durante 233 días. Las mayores diferencias encontradas durante el desarrollo del estudio es el peso final de los animales ya que se obtuvo pesos de 578gr en densidades de dos peces por metro cuadrado mientras que en densidades de un pez por m<sup>2</sup> se obtuvo un peso final de 488 G, el bocachico presentó pesos de 312 G con densidades establecidas de un pez por cada 2 m<sup>2</sup> y un pez por cada 5 m<sup>2</sup>. En el caso de *Oreochromis niloticus* (tilapia nilótica) fue sembrada en los estanques para control de filamentosas su densidad de siembra fue de 1 pez por cada 5 m<sup>2</sup> y obtuvo un peso final de 176 G (Ver Tabla 5).

Tabla 5 Peso final de las especies cultivadas.

Especie	Densidad de siembra	Peso final
<i>Brycon moorei</i>	2 peces por m <sup>2</sup>	578 g
	1 peces por m <sup>2</sup>	488 g
<i>P. magdalenae</i>	1 peces 5 m <sup>2</sup>	312 g
	1 pez por 2m <sup>2</sup>	354 g
<i>Oreochromis niloticus</i>	1 pez por 5 m <sup>2</sup>	176 g

Fuente: Marlitt Moreno (2022).

Con base en la información registrada en este estudio, cabe señalar que, si bien la aplicación de la tecnología biofloc redujo el tiempo de producción, el peso final alcanzado por el organismo fue significativamente menor que el peso final alcanzado a nivel extensivo. Por eso, en la realización de plantaciones extensivas de tipo integradas, es deseable hacerlo a razón de 2 *Brycon moorei* (doradas) por m<sup>2</sup> y 1 *P. magdalenae* (bocachico) por 2m<sup>2</sup>

#### 4.3.3 Tipos de cultivo

El 57% de las piscifactorías en América Latina utilizan monocultivo en acuicultura, mientras que el 43% utiliza policultivo. Tenga en cuenta que no hay La presencia de culturas integradas en la subregión, sobre el año 2014 cuando el número de fincas era mayor se usaba la misma línea, es decir también se usaba monocultivo, no se usaban cultivos mixtos.

Tabla 6 Tipos de cultivo utilizados en granjas piscícolas de América Latina.

País	Tipo de Cultivo	
	Monocultivo	Policultivo
<b>Colombia</b>	7	5
<b>Ecuador</b>	3	2
<b>Brasil</b>	1	1
<b>Perú</b>	1	1
<b>Total</b>	12	9
<b>Porcentaje</b>	57%	43%

Fuente: Marlitt Moreno, 2022.

La comercialización de *P. magdalanae* es un aspecto importante a considerar debido a su gran aceptación, alto precio y bajos desembarques, por lo que una libra de esta especie puede llegar a costar \$2.35, incluso \$4 o \$5 la libra en épocas de escasez. En el caso de *P. magdalanae* es un pez rico en proteínas por lo que se comercializa a granel, con valores de venta al público de hasta \$20 y \$80 las 40 libras considerando una venta al por mayor.

#### 4.4 Ventajas y desventajas del cultivo de *Prochilodus magdalanae*.

En base a la documentación analizada se encontraron ventajas y desventajas concernientes al desarrollo del cultivo de *P. magdalanae*.

##### 4.4.1 Ventajas del cultivo de *Prochilodus magdalanae*.

Los cultivos de *P. magdalanae* se caracterizan principalmente por presentar costos bajos de producción, además que la especie cuenta con un buen crecimiento y excelente rendimiento económico, la carne es muy apetecida debido a sus propiedades nutricionales.

Los hábitos alimenticios de *P. magdalенаe* se consideran una ventaja al momento de implementarla en sistemas de cultivos, ya que incluso puede alimentarse del perifiton presente en el estanque donde se realiza la siembra, controlar la presencia de algas en el estanque y mantener una buena calidad de agua en cultivos integrados.

En base a los sistemas de cultivos, hay que reconocer que existe disponibilidad de zonas para la implementación de granjas piscícolas e incluso se puede cultivar en policultivo o sistemas integrados con otras especies, existe una buena aceptabilidad del producto a nivel de Latinoamérica debido a que se obtiene una proteína de origen animal de bajo costo y además asequible.

*P. magdalенаe* posee grandes posibilidades de exportación hacia Colombia, Brasil, Perú e incluso Argentina donde la producción acuícola de agua dulce es muy bien aceptada. La ventaja de exportación radica en que a pesar de todos estos países encontrarse en América Latina difieren mucho en sus épocas de lluvias y sequías, esto crea la apertura del mercado para la exportación y comercialización de la especie.

El crecimiento de las zonas de cultivo de *P. magdalенаe* significaría también la generación de nuevas fuentes de empleo y de esta manera se garantizaría el mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades dedicadas a esta producción.

Los ejemplares de *P. magdalенаe* producidos en piscifactoría posteriormente pueden utilizarse para desarrollar investigaciones o estudios experimentales enfocados en conocer la biología reproductiva de la especie, establecer el ciclo cerrado de la especie, mejorar su rendimiento en sistemas de cultivos produciendo mayores ganancias en peso.

#### **4.4.2 Desventajas del cultivo de *Prochilodus magdalenae*.**

La desventaja más marcada que presenta el cultivo de *P. magdalenae* es la poca difusión sobre su producción, venta y comercialización, el mayor reconocimiento alcanzado se produce en las cuencas del río Amazonas que es donde generalmente se desarrollan estos cultivos. En el caso de Ecuador y Colombia es donde mayormente se comercializa la especie, a pesar que, las mayores capturas se realizan en Perú.

Las poblaciones en estado natural de *P. magdalenae* se han visto significativamente mermadas debido a la incidencia de la pesca de esta especie, las artes de pesca utilizadas en la captura de bocachico se basan en el uso de trasmallo de fondo el cual a la larga y debido a su mala utilización causan deterioro del hábitat, sumado también la alta contaminación de los ríos provoca que los huevos sean susceptibles a parásitos y además crea un ambiente inhóspito para el desarrollo de los alevines.

Los estudios realizados para la especie se basan a su rendimiento en sistemas de cultivo integrados o en policultivos, dejando de lado la obtención del ciclo cerrado, calidad de agua en los sistemas y la influencia de la alimentación en el desarrollo del bocachico, lo que provocará que la ganancia en peso sea menor y que las tasas de conversión alimenticia sean más altas.

El débil apoyo gubernamental y la falta de personal técnico crean una brecha mayor en el desarrollo de cultivos en diferentes países de América Latina, razón por la cual se conserva principalmente en la región amazónica, donde se utiliza comercialmente *P. magdalenae*.

## CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones

En base a la documentación analizada sobre la situación actual del cultivo de *P. magdalanae* en América Latina, se asocia a las cuencas del Río Amazonas como las de mayor producción, captura y comercialización de la especie, debido a la sobreexplotación del recurso actualmente se implementan diversos sistemas de cultivos gracias a la rápida adaptabilidad de la especie.

La eficacia de los sistemas de cultivos se puede observar en la fase de pre-engorde ya que la producción logra alcanzar peso perfecto y excelente para su comercialización a nivel local o internacional, la rápida ganancia en peso para la especie lo convierte en una especie con alta rentabilidad.

Generalmente en los sistemas de cultivos la revisión de parámetros de calidad de agua es escasa y esto no presenta una dificultad para el desarrollo del mismo, esto se debe a que la especie se alimenta del plancton, algas o perifiton presentes en los estanques de cultivo reduciendo así la proliferación de bacterias.

El cultivo de *P. magdalanae* posee un gran potencial para su desarrollo gracias a que es resistente al manejo en sistemas acuícolas, renuente a enfermedades y alta adaptabilidad a otras especies presentes en el estanque o jaula de cultivo.

## 5.2 Recomendaciones

Se recomienda llevar a cabo mayores investigaciones sobre esta especie y desarrollar más cultivos para fomentar el crecimiento de la piscicultura en la región Latinoamérica, ya que es una especie con un gran potencial acuícola y altos valores de producción.

Fomentar e impulsar el crecimiento de la industria asociada al cultivo de *P. magdalenae* de esta manera existirá mayor comercialización local e internacionalmente de la especie, permitiendo mejorar el ciclo de producción.

Explorar formas de dar a conocer la importancia comercial del cultivo de esta especie para que así los gobiernos locales puedan apoyar e impulsar a las industrias acuícolas y piscícolas en el cultivo de *P. magdalenae*.

Motivar a los pequeños productores y pescadores de *P. magdalenae* a diversificar la utilización de sistemas de cultivos que se ajusten a sus actividades, de esta manera la especie logró una expansión y mayor comercialización.

## BIBLIOGRAFÍA

- Atencio, G., Kergoelén, V., Naar, E., & Petro, R. (2013). Desempeño reproductivo del bocachico *Prochilodus magdalaenae* inducido dos veces en un mismo año. *Revista MVZ Vol. 18 (1)*, 3304-3310.
- AUNAP. (2018). ACUICULTURA EN COLOMBIA. . *Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca*, 40.
- AVNIMELECH, Y. (2015). *Biofloc Technology - A Practical Guide Book*, 3rd ed. *The World Aquaculture Society*.
- Ayazo-Genes, J., Pertuz-Buelvas, V., Espinosa-Araujo, J., Jimenez-Velazquez, C., Atensio Garcia, V., & Prieto-Guevara, M. (2018). Desempeño de bocachico *Prochilodus magdalenae* en sistemas intensivos de producción con tecnología biofloc. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial. Vol. 16 No 1*, 95-99.
- Azim, F., Fenchel, T., Field, J., Gray, J., Reil, L., & Thingstad, F. (2008). The Ecological Role of Water-Column Microbes in the Sea. *Marine Ecology Progress. Series 1983*, 257-263.
- Barreto, C., Borda, C., Otto, J., Sánchez, C., Sanabria, A., & Muñoz, S. (2009). Propuesta de cuotas de aprovechamiento de los recursos pesqueros colombianos y ornamentales para la vigencia 2010. *Instituto Colombiano Agropecuario – ICA*, 113.
- Cartay, R. (02 de agosto de 2020). *Bocachico - De silvestre a cultivada*. Recuperado el 16 de octubre de 2021, de Del Amazonas: <https://delamazonas.com/fauna/bocachico/>
- Castro, R., & Vari, R. (2003). Prochilodontidae (Fannel mouth characiforms). En R. Reis, & S. Kullander, *Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America*. (págs. 65-70). Porto Alegre, Brasil: EDIPUCRS.
- Corporación Colombiana Internacional (CCI). (2008). Bocachico: Principal Especie del Magdalena. *Sistema de Información de Pesca y Acuicultura*, 3-9.
- De la Hoz-M, J., & Manjarrés Martínez, L. (2017). Estadísticas de desembarco y esfuerzo de las pesquerías artesanales e industriales de Colombia entre



- marzo y diciembre de 2017. *Informe técnico. Santa Marta: Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca - AUNAP*, 33-39.
- De la Hoz-M, J., Duarte, L., & Manjarrés-Martínez, L. (2018). Análisis de las variaciones de los desembarcos pesqueros artesanales registrados en las diferentes cuencas y litorales de país durante el período julio-diciembre de 2018. . *Informe técnico. Bogotá: Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca - AUNAP*, 58-62.
- Doria-González, M. A., Espitia-Galvis, A. M., Segura-Guevara, F. F., & Olaya-Nieto, C. W. (2020). BIOLOGÍA REPRODUCTIVA DEL BOCACHICO *Prochilodus magdalenae* (PROCHILODONTIDAE) EN EL RÍO SAN JORGE, Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 55.
- ESPAE. (2018). ESTUDIOS INDUSTRIALES ORIENTACIÓN ESTRATÉGICA PARA LA TOMA DE DECISIONES: Industria de Acuicultura. *Graduate School of Management*.
- Espinal, G., Martínez, C., & González, R. (2005). La cadena de la piscicultura en Colombia: una mirada global de su estructura y dinámica. *Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural*, 46.
- Estévez, I. E. (febrero de 2018). *Evaluación de la adaptabilidad de tres especies de cachama negra (Colossoma macropomum), blanca (Piaractus brachypomus), e híbrida (Colossoma x piaractus) en la comunidad San Pedro, Cantón Ibarra, Provincia Imbabura. Universidad Técnica del Norte (Tesis)*. Recuperado el 30 de abril de 2021, de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/8078/1/03%20AGP%20228%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- FAO. (1994a). MODULO I - SITUACION DE LA ACUICULTURA EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE. *ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION*, CAP 3.
- FAO. (1994b). Avances en el manejo y aprovechamiento acuícola de embalses en América Latina y el Caribe. *ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION - FAO*, 8.
- FAO. (2014). Acuicultura de Pequeña Escala y Recursos Limitados en América Latina y el Caribe: Hacia un enfoque integral de políticas públicas. *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Departamento de Pesca y Acuicultura*, 20-25.

- García, J., Celis, L., Villalba, E., Mendoza, L., Brú, S., Atencio, V., & Pardo, S. (2011). EVALUACIÓN DEL POLICULTIVO DE BOCACHICO *Prochilodus magdalenae* Y TILAPIA *Oreochromis niloticus* UTILIZANDO SUPERFICIES FIJADORAS DE PERIFITON. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*.
- Gneri, F., & Angelescu, V. (1951). La nutrición de los peces iliófagos en relación con el metabolismo general del ambiente acuático. *Rev Inst Nal Inv Cienc Nat.*, 1-44.
- González Alarcón, R. (2001). *Capítulo XV: El cultivo de la Cachama*. Rodríguez, Gómez Horacio; Victoria, Daza Piedad; Carrillo, Avila Mauricio en el libro sobre "Fundamentos de acuicultura continental". Colombia: Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura - INPA. Recuperado el 30 de abril de 2021
- Gregorio, C., Varsi, E., & De Wit, J. C. (1994). Manejo y explotación acuícola de embalses de agua dulce en América Latina. *Proyecto Aquila II*, 19.
- Kubitza, F. (2011). Cultivo de tilapias en sistema de "bioflocos", sin renovación de agua. *Panorama da acuicultura (traducido y adaptado por Dir. Acuicultura)*, 6-9.
- LORENZO, M., SOUZA, E., SCHLEDERA, D., REZENDEA, P., SEIFFERTA, W., & VIEIRAA, F. (2016). Intensive hatchery performance of Pacific white shrimp in the biofloc system under three different fertilization levels. *Aquacultural Engineering*, 72., 40-44.
- Lujan Monja, M., & Caruajulca, A. (2020). Acuicultura: definición, historia, importancia y clasificación. Chimbote (Perú): Revista digital AquaHoy. . Obtenido de <https://www.aquahoy.com/el-acuicultor/34373-acuicultura-definicion-historia-importancia-clasificacion>
- Merino, M., Bonilla, S., & Bages, F. (2013). Diagnóstico del estado de la Acuicultura en Colombia. *Plan Nacional de la Acuicultura Sostenible en Colombia AUNAP-FAO*.
- Merino, M., Salazar, G., & Gómez, D. (2015). Guía práctica de piscicultura en Colombia. *Ministerio de agricultura y desarrollo rural Instituto Colombiano de desarrollo rural (INCODER)*, 20-26.
- Mojica, J., Valderrama, M., Barreto, C., & Álvarez-León, R. (2012). Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia: *Prochilodus magdalenae*. *Libro rojo*

- de peces dulceacuícolas de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, WWF Colombia, 154-159.*
- Montreuil, V., García, Á., & Rodríguez, R. (2001). Biología reproductiva de «BOQUICHICO», *Prochilodus nigricans*, en la Amazonía Peruana. *Folia Amazónica* 12, 5-13.
- Moyle, P., & Cech, J. (2000). *Fishes: An Introduction to Ichthyology*, 4a. edición. Upper Saddle River, Nueva Jersey, Estados Unidos: Prentice-Hall.
- Olaya-Nieto, C., Segura-Guevara, F., Tordecilla-Petro, G., & Martínez-González, Á. (2016). Estimación de los parámetros biológicos básicos de peces comerciales de la cuenca del río San Jorge–Fase II. *Informe final. Lorica: Laboratorio de Investigación Biológico Pesquera - LIBP, Programa de Acuicultura, Departamento de Ciencias Acuícolas, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Córdoba.*, 130.
- Olaya-Nieto, C., Solano, D., Flórez, O., Blanco, H., & Segura-Guevara, F. (2001). Evaluación preliminar de la fecundidad del Bocachico (*Prochilodusmagdalenae*), en el río Sinú, Colombia. . *MVZ-Córdoba* , 6(1): 31-36.
- Plataforma de Comunicación Agrotendencia. (2018). *Cultivo de boquichico. Distribución geográfica y hábitat*. Recuperado el 26 de febrero de 2021, de <https://agrotendencia.tv/agropedia/el-cultivo-de-la-cachama/>
- Ray, A. J., Shuler, A. J., Leffler, J. W., & Craig, L. B. (2009). Microbial Ecology and Management of Biofloc Systems. *World Aquaculture Society. : Proceedings of the Special Session on Sustainable Shrimp.*, 1-2.
- Roa-Lázaro, A., Espinosa-Araujo, J., Prieto-Guevara, M., Pertuz-Buelvas, V., & Atencio-García, V. (2017). Levante de reproductores de bocachico (*Prochilodusmagdalenae*) en tecnología biofloc. *Memorias del III Seminario Internacional de Ciencias ambientales SUE-Caribe*, 202-205.
- Salas, A., Barriga, M., & Albrecht-Ruiz, M. (2009). Información nutricional sobre algunos peces comerciales de la Amazonía peruana. *Instituto Tecnológico de la Producción, Boletín de Investigación, Vol. 9, 5.*

- Salinas Coy, Y., Córdoba Agudelo, E., Alonso González, J., Prieto Piraquive, E., & Bonilla, O. (2007). Fichas de especies ícticas de la Amazonía colombiana: *Prochilodus nigricans*. *SIB Catálogo de Especies*, 552.
- Tapiador, D., Henderson, H., Delmendo, M., & Tsutsui, H. (1978). PESQUERIAS DE AGUA DULCE Y ACUICULTURA EN CHINA: Informe de la Misión FAO de Pesca (Acuicultura) a China, 21 abril - 12 mayo 1976. *FAO, Documentos Técnicos de Pesca No 168*, 87.
- Valderrama, M., & Zárate, M. (1989). Some ecological aspects and present state of the fishery of the Magdalena River basin, Colombia, South America. . *Proceedings of the International Large River Symposium. Can Spec Publ of Fishs Aquatic Sc.*, 409-421.
- Valderrama, M., Petreter, J. M., Zárate, M., & Vera, G. (1993). Parámetros poblacionales (mortalidad, rendimiento máximo sostenible) y estado de explotación del Bocachico *Prochilodus magdalenae* (Steindachner, 1878; Prochilodontidae) del Bajo río Magdalena (Colombia). *Boletín Científico INPA*, 43-60.
- VON-H., C., & GRAJALES A., Q. (2007). COMPORTAMIENTO DE DOS ESPECIES NATIVAS, DORADA (*Brycon moorei*) YBOCACHICO (*Prochilodus reticulatus*) SEMBRADAS EN CONDICIONES ARTIFICIALES DE CULTIVO, EN POLICULTIVO CON TILAPIA NILÓTICA(*Oreochromis niloticus*), (SANTAGUEDA, CALDAS COLOMBIA). *Revista Electrónica de Ingeniería en Producción Acuícola*, año II, vol. 2., 1909 - 8138.