

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA



DECANATO DE POSGRADO

MAESTRÍA EN AGRONOMÍA MENCIÓN EN SISTEMAS AGROPECUARIOS

PROYECTO DE TITULACIÓN CON COMPONENTES DE INVESTIGACIÓN Y/O DESARROLLO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MAGISTER EN AGRONOMÍA CON MENCIÓN EN SISTEMAS AGROPECUARIOS

Evaluación de cuatro dietas iniciales en el levante de postlarva de cachama
(*Piaractus brachypomus*) en ambientes controlados en la provincia de Pastaza

AUTORA:

Valeria Macarena Silva Espín

DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACION:

Alina Ramírez Sánchez

PUYO-ECUADOR

2023

AGRADECIMIENTO

Los retos han sido grandes pero el apoyo y la perseverancia ante un gran desafío intelectual ha superado todos los obstáculos al poder encontrarme en esta gran etapa.

Mi gran agradecimiento a la institución formadora mi Universidad Estatal Amazónica, en la que día a día con esfuerzo, dedicación y ganas de superación se hacía realidad, pudiendo continuar aportando con el desarrollo productivo. En general a todos los docentes que con sus conocimientos contribuyeron a mi formación, a mi tutora la Dra.C. Alina Ramírez Sánchez, PhD por brindarme sustento en el caminar de mi tesis permitiéndome hoy estar aquí. Al apoyo incondicional de mis princesitas que entre sonrisas me acompañaban durante el proceso de enseñanza desde casa, a mi esposo, padres, suegros y familia que han sido, son y serán mi pilar fundamental estuvieron y están en cada momento

Que este granito de arena solo sea el comienzo de una carrera llena de éxitos y realizaciones, dejando una huella positiva en el mundo.

A todas las personas que han estado de alguna manera gracias.

DEDICATORIA

Hoy es un día especial, un momento lleno de logros y satisfacción. Dios es bueno al permitirme estar aquí con su bendición, por guiarme por el camino del bien; a mis padres por su apoyo, consejos, comprensión, amor; así como, cada uno de los valores inculcados, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos y ser los padres incondicionales que día a día son un ejemplo a seguir, a mi suegra por brindarme su cariño, apoyo incondicional con mis hijas. A mi esposo Víctor Alfonso por ser la persona que amo y quien ha sido una fortaleza quien me brindó su amor, su cariño, su estímulo y su apoyo constante. A mis hijas *Victoria's* por su amor infinito y paciencia; siendo siempre mi motor de vida que día a día me dan para ser constante y no desvanecer en los momentos difíciles y que a pesar que les limité por mis estudios, nunca recibí un no por respuesta: mis muñecas hermosas, mis princesitas y mis reinas, mis personas favoritas; Anny y Valery son quienes me motivan siempre.

Gracias a todos que de una u otra manera hicieron posible que hoy este aquí Gracias.

RESUMEN EJECUTIVO

Piaractus brachypomus es una especie íctica nativa del Ecuador. Aunque la obtención de esta especie es limitada, se busca mejorar el proceso de reproducción y supervivencia en larvicultura. El objetivo de la investigación fue evaluar y comparar el efecto de cuatro dietas iniciales en el levante de postlarva de cachama en ambientes controlados de la provincia de Pastaza, considerando la supervivencia y los indicadores de crecimiento de la especie. La investigación se llevó a cabo en el sector El Talín, parroquia Veracruz, cantón Pastaza. Se aplicó un diseño experimental completamente al azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones, donde se midieron variables de crecimiento y parámetros físicos-químicos. Se utilizaron postlarvas de cachama obtenidas mediante reproducción inducida con extracto de hipófisis de carpa, alimentadas durante 72 (C/6 h) con T0: Zooplancton, T1: *Espirulina*, T2: Alimento balanceado y T3: náuplios de *Artemia*. Se aplicó el análisis ANOVA y la prueba de Tukey. La tasa de crecimiento absoluto fue superior en el tratamiento 3 con 0,3; 0,13 y 0,36 mg/día con respecto a los tratamientos (T0, T2 Y T1) respectivamente. Se registra que los mejores resultados se obtuvieron al emplear nauplios de *Artemia salina* como primera alimentación. Las dietas a base de *Artemia salina* y zooplancton expresaron un mejor comportamiento en los indicadores de crecimiento, mortalidad y sobrevivencia, lo que favorece el desarrollo de las postlarvas. Los parámetros físicos químicos presentaron diferencias entre tratamiento y con respecto a los horarios, sin embargo, se mantuvieron en los parámetros de confort para la especie. Los resultados permitieron establecer protocolos para las condiciones de la amazonia en ambientes controlados.

Palabras clave: peces nativos, alimentación primaria, íctica.

EXECUTIVE SUMMARY

Piaractus brachypomus is a fish species native to Ecuador. Although obtaining this species is limited, the aim is to improve the reproduction and survival process in larviculture.. The objective of the research was to evaluate and compare the effect of four initial diets on the rearing of cachama postlarvae in controlled environments in the Pastaza province, considering the survival and growth indicators of the species. he investigation was carried out in the El Talín sector, Veracruz parish, Pastaza canton. A completely randomized experimental design was applied with four treatments and three repetitions, where growth variables and physical-chemical parameters were measured. Cachama postlarvae obtained by induced reproduction with carp pituitary extract were used, fed for 72 (C/6 h) with T0: Zooplankton, T1: Spirulina, T2: Balanced food and T3: Artemia nauplii. The ANOVA analysis and the Tukey test were applied. The absolute growth rate was higher in treatment 3 with 0.3; 0.13 and 0.36 mg/day with respect to the treatments (T0, T2 and T1) respectively. It is recorded that the best results were obtained when using Artemia salina nauplii as the first feeding. The diets based on Artemia salina and zooplankton expressed a better behavior in the indicators of growth, mortality and survival, which favors the development of postlarvae. The chemical physical parameters presented differences between treatment and with respect to the schedules, however, they remained in the comfort parameters for the species. The results allowed establishing protocols for the conditions of the Amazon in controlled environments.

Keywords: native fish, primary diet, fish.

INDICE

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. PROBLEMA CIENTÍFICO.....	3
1.2. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.3. OBJETIVOS	3
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	3
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
CAPITULO II: REVISION BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1. IMPORTANCIA DE LA ACUACULTURA.....	4
2.2. TIPOS DE CULTIVO.....	6
2.2.1. <i>Cultivo en tanques</i>	6
2.2.2. <i>Cultivo en piscinas de tierra</i>	6
2.3. GENERALIDADES DE LA CACHAMA	7
2.3.1. <i>Taxonomía</i>	8
2.3.2. <i>Descripción de la especie</i>	9
2.3.3. <i>Bondades de cachama blanca</i>	9
2.3.4. <i>Morfología</i>	9
2.3.5. <i>Importancia económica</i>	10
2.3.6. <i>Comportamiento y ecología</i>	10
2.4. PRODUCCION CONTROLADA.....	11
2.5. CONDICIONES SOBRE LA PISCULTURA DE LA CACHAMA	12
2.5.1. <i>Manejo de reproductores</i>	12
2.5.2. <i>Reproducción</i>	12
2.5.2.1. <i>Reproducción natural</i>	12
2.5.2.2. <i>Reproducción artificial o inducida</i>	13
2.5.3. <i>Desarrollo embrionario de <i>Piaractus brachypomus</i></i>	13
2.5.4. <i>Larvicultura</i>	15
2.5.5. <i>Desove</i>	16
2.6. TIPO DE ALIMENTACION.....	16

2.6.1. Zooplancton	17
2.6.2. Fitoplancton	18
2.6.3. <i>Espirulina</i>	18
2.6.4. <i>Artemia salina</i>	19
2.6.5. <i>Alimento balanceado</i>	20
2.7. ENFERMEDADES QUE AFECTAN A LAS CACHAMAS.....	21
2.7.1. <i>Enfermedades virales</i>	21
2.7.2. <i>Enfermedades bacterianas</i>	21
2.7.3. <i>Enfermedades micóticas</i>	22
2.7.4. <i>Enfermedades parasitarias</i>	22
2.8. PARÁMETROS ZOOTÉCNICOS.....	23
2.8.1. <i>Ganancia de peso (mg)</i>	23
2.8.2. <i>Incremento de talla (mm)</i>	23
2.8.3. <i>Índice de conversión alimenticia (ICA):</i>	24
2.8.4. <i>Índice de mortalidad (%)</i> :.....	24
2.9. CALIDAD DE AGUA.....	24
2.9.1. <i>Temperatura (T°)</i>	24
2.9.2. <i>Oxígeno disuelto</i>	25
2.9.4. <i>Salinidad</i>	25
2.9.5. <i>pH</i>	26
2.9.6. <i>Amonio (NH₄)</i>	26
2.9.7. <i>Nitritos</i>	26
2.10. PROTOCOLO DE PRODUCCION DE LARVA DE CACHAMA.....	27
2.10.1. <i>Larvicultura</i>	27
2.10.1. <i>Alevinaje</i>	28
2.10.2. <i>Preparación de estanque</i>	28
CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS.....	30
3.1. LOCALIZACION DEL ÁREA DE ESTUDIOS.....	30
3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	31

3.3. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....	31
3.3.1. Población y muestra.....	31
3.3.2. Procesamiento estadístico.....	32
3.3.2.1. Operacionalización de variables.....	32
3.3.2.2. Talla de la postlarva.....	33
3.3.2.3. Parámetros físico químicos	34
3.4. TRATAMIENTO DE DATOS.....	34
3.4.1. Fase inicial.....	34
3.4.2. Preparación de los tanques	35
3.4.3. Limpieza	35
3.4.4. Instalación.....	35
3.4.5. Llenado de los tanques.....	36
3.4.6. Nivelación de parámetros	36
3.4.7. Siembra de postlarva de <i>Piaractus brachypomus</i>	36
3.4.8. Alimentación	36
3.4.9. Recambio de agua.....	37
3.4.10. Evaluación de los parámetros	37
3.4.10.1. Temperatura	37
3.4.10.2. Oxígeno	38
3.4.10.3. pH	38
3.4.10.4. Amonio, nitrito y CO ₂	38
3.4.11. Mortalidad	38
3.4.12. Toma de datos final.....	39
3.5. PROCESAMIENTO DE DATOS.....	39
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	40
4.1. INDICADORES DE CRECIMIENTO	41
4.2. COMPORTAMIENTO DE PARÁMETROS FÍSICOS QUÍMICOS DEL AGUA.....	42
4.2.1. Parámetros físico químicos con relación al tiempo.....	42
4.2.1. Parámetros físico químicos con relación al tiempo.....	43

4.3. MORTALIDAD	45
4.4. SOBREVIVENCIA	45
4.5. PROTOCOLO DE MANEJO DE LA POSTLARVA FR CACHAMA BLANCA	47
4.5.1. Larvicultura	47
4.5.2. Postlarva.....	48
CONCLUSIONES V	52
RECOMENDACIONES VI	53
BIBLIOGRAFIA VII	54
ANEXOS	62

ÍNDICES DE TABLAS

Tabla 1. Composición de la <i>Artemia salina</i> liofilizada (por 100 gramos).....	20
Tabla 2. Composición del alimento balanceado.....	20
Tabla 3. Codificación de tratamientos de acuerdo al tipo de alimentación.....	32
Tabla 4. Caracterización del experimento en campo.....	34
Tabla 5. Efecto del tratamiento en los indicadores de crecimiento en Postlarva de cachama (<i>Piaractus brachypomus</i>).....	41
Tabla 6. Comportamiento de indicadores físicos químicos con relación al tiempo de medición en Postlarva de cachama (<i>Piaractus brachypomus</i>).....	43
Tabla 7. Comportamiento de indicadores físicos químicos con relación a los tratamientos, en Postlarva de cachama (<i>Piaractus brachypomus</i>).....	44

ÍNDICES DE FIGURAS

Figura 1. Desarrollo embrionario de Cachama blanca (<i>Piaractus brachypomus</i>).....	14
Figura 2. Alevines de cachama (<i>Piaractus brachypomus</i>) en ACUATILSA.....	28
Figura 3. Localización del área experimental“ACUATILSA”.....	30
Figura 4. Localización del área experimental “ACUATILSA”.....	31
Figura 5. Esquema de representación del ensayo.....	355
Figura 6. Porciento de mortalidad en el tiempo y por el tratamiento.....	45
Figura 7. Tasa de sobrevivencia en Postlarva de cachama (<i>Piaractus brachypomus</i>) en diferentes tratamientos.....	46

CAPITULO I: INTRODUCCION

En la producción de peces con fines acuícolas o de conservación de la especie; uno de los puntos críticos, es sin duda, la fase de larvicultura, la cual requiere de alimentos externos apropiados tanto en calidad como en cantidad para obtener un resultado positivo. Por lo tanto, el manejo, alimentación, nutrición y los factores físico químicos del agua han sido señaladas como los principales factores responsables de los frecuentes desaciertos en la larvicultura obteniendo en reiteradas ocasiones 0% de supervivencia, constituyéndose un obstáculo que impide el éxito y la expansión de la actividad; (Prieto y Atencio, 2008).

Dentro de la producción acuícola para llevar a cabo un proceso de calidad inicia con un manejo adecuado de todos los factores de control tales como densidad de siembra, alimentación, preparación de estanques, parámetros físico químicos del agua, etc; ya que estos influyen directamente sobre el proceso productivo; dichos factores deben estar dentro de los niveles correctos para garantizar que las variables respuestas alcancen su valor óptimo.

Para producir alevines sanos, con tallas adecuadas a un costo mínimo y en un tiempo determinado dejando de lado la estacionalidad. Se debe desarrollar protocolos adecuados para cría eficiente tomando en cuenta el conocimiento de: 1) condiciones ambientales adecuadas, 2) requerimientos nutricionales durante las primeras etapas de desarrollo, 3) óptimas prácticas de alimentación. Sin duda, las materias primas de excelente calidad son de suma importancia en la alimentación de los alevines para obtener una calidad óptima en su desarrollo. La elección de ingredientes nutritivos y de alta calidad es fundamental para asegurar un crecimiento saludable, una resistencia adecuada a enfermedades y una buena tasa de supervivencia en esta etapa crítica (Atencio- García, 2001).

La cachama blanca “*Piaractus brachypomus* Cuvier, 1818”, es nativa de las cuencas de los ríos Orinoco y Amazonas es considerada como la especie de mayor potencial productivo y comercial en la piscicultura extensiva, semi intensiva e intensiva de aguas cálidas continentales de América tropical; es una especie, es resistente a enfermedades y de fácil adaptación a condiciones limnológicas desfavorables por períodos no prolongados (Mesa-Granda y Botero-Aguirre, 2007).

Para Collazos-Lasso, Gutiérrez-Espinosa y Restrepo-Betancur (2014), se debe garantizar la producción de larvas de cachama que aún es limitada, principalmente por la estacionalidad reproductiva propia de la especie y las bajas supervivencias en la larvicultura.

Dentro de las diferentes etapas o actividades para la producción en confinamiento de una especie íctica, la larvicultura es de vital importancia, puesto que el éxito comercial de un cultivo de peces depende en gran medida de la producción controlada de un número suficiente de alevinos de la especie a cultivar como menciona (Atencio et al., 2003).

En este sentido, la supervivencia de las larvas es un aspecto primordial que está directamente relacionado con la plena satisfacción de sus requerimientos. En consecuencia, los resultados pueden ser favorables si la alimentación es la adecuada y la calidad del agua, está en los rangos de confort para la especie cultivada como menciona (David et al., 2011).

Resultados de manejo en los laboratorios en la región amazónica ecuatoriana demuestran bajos niveles de sobrevivencia en las primeras fases larvarias; motivo por el cual es importante desarrollar metodologías propias para obtener índices altos en los procesos reproductivos de la especie. Es importante que en la etapa de larva a postlarva de cachama reciba alimento con alto porcentaje de proteína digestible en su inicio que fortalecerá los rendimientos finales de producción de carne.

La investigación tuvo la finalidad de demostrar el manejo eficiente de la cachama (*Piaractus brachypomus*) suministrando alimento primario en las primeras fases larvarias; durante la postlarva haciendo énfasis en el suministro de alimento que cumpla con los requisitos mínimos necesarios para asegurar su sobrevivencia y mantener el crecimiento, debido a que en el momento de iniciar alimentación exógena tienen un sistema digestivo menos complejo que el de juveniles y adultos desde su morfología, histología y fisiología como menciona (Atencio et al., 2003). Logrando de esta manera incrementar la supervivencia y el crecimiento al proporcionar cantidades adecuadas de alimento siendo indispensable para fortalecer su crecimiento manteniendo un ambiente adecuado por lo que el objetivo de esta investigación es evaluar el efecto de cuatro dietas iniciales en el levante de postlarva de cachama (*Piaractus brachypomus*) en ambientes controlados, teniendo en cuenta la supervivencia y algunos indicadores de crecimiento.

1.1. PROBLEMA CIENTÍFICO

¿Será viable establecer y desarrollar protocolos para mejorar la sobrevivencia de la cachama durante el proceso de postlarva en ambientes controlados, con el fin de optimizar la producción de alevines y fortalecer la industria acuícola en la provincia de Pastaza?

1.2. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

Si se evalúan dietas como alternativas de alimentación en el levante de postlarva de cachama (*Piaractus brachypomus*) en ambientes controlados en la provincia de Pastaza, podrían obtenerse mejores rendimientos en términos de crecimiento, supervivencia.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de cuatro dietas iniciales en el levante de postlarva de cachama (*Piaractus brachypomus*) en ambientes controlados en la provincia de Pastaza, considerando la supervivencia y los indicadores de crecimiento de la especie.

1.3.2. Objetivos específicos

-Valorar la respuesta de los indicadores de crecimiento y sobrevivencia al aplicar cuatro dietas alimenticias en las fases postlarva de cachama (*Piaractus brachypomus*) en ambientes controlados.

-Determinar el comportamiento de los parámetros físicos- químicos en la crianza de cachama (*Piaractus brachypomus*) en la fase postlarva.

-Establecer protocolos en la fase de postlarva de la especie cachama (*Piaractus brachypomus*) aplicando diferentes técnicas de manejo.

CAPITULO II: REVISION BIBLIOGRAFICA

La acuicultura es una actividad de gran importancia que consiste en la cría y cultivo de organismos acuáticos, como peces, mariscos y plantas acuáticas, en ambientes controlados. Esta práctica tiene una serie de beneficios económicos, sociales y ambientales, y su importancia se ha incrementado en las últimas décadas.

La biodiversidad en América Latina en el ámbito acuícola de agua dulce es reconocida a nivel mundial, según la FAO (2015). En Ecuador, la región Costa destaca por tener la mayor producción acuícola a nivel nacional, centrándose principalmente en el cultivo de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*). En la región Sierra, por otro lado, la producción acuícola se basa principalmente en el cultivo de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*). Sin embargo, en la región Amazónica de Ecuador, se destacan los cultivos de especies como la tilapia, el sábalo (*Brycon spp.*), el paiche (*Arapaima gigas*), la cachama negra (*Colossoma macropomum*) y la cachama blanca (*Piaractus brachypomus*). Estas especies son consideradas de alto potencial productivo debido a su resistencia, facilidad de manejo, adaptabilidad y capacidad de adaptarse a nuevas dietas basadas en concentrados y alimentos complementarios. Estos cultivos son manejados en diferentes sistemas de producción, lo que brinda flexibilidad y opciones para los productores acuícolas en la región Amazónica de Ecuador (FAO, 2016).

2.1. Importancia de la acuicultura

La acuicultura desempeña un papel crucial en la seguridad alimentaria y el suministro de proteínas en muchas partes del mundo. A medida que la demanda de productos pesqueros aumenta, la pesca de captura se enfrenta a desafíos, como la sobreexplotación de los recursos y la disminución de las poblaciones naturales. La acuicultura se presenta como una solución sostenible y viable para satisfacer la creciente demanda FAO (2018).

Algunos de los objetivos de la Organización de las Naciones Unidas (2010), es la reducción de la mitad de las condiciones basadas en la pobreza extrema y el porcentaje de personas que pueden padecer hambre motivo para que las actividades agropecuarias de cada país, sean la alternativa para obtener mayor producción de alimentos a un bajo costo y generar empleos directos. Una de las actividades de mayor impacto en las últimas décadas ha sido la acuicultura, debido a su permanente crecimiento en producción, la alta productividad por unidad de área, los bajos costos, la calidad nutricional de los alimentos entre otras.

Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (2021) la acuicultura también juega un papel importante en la conservación y protección de los ecosistemas acuáticos. Al cultivar especies acuáticas en ambientes controlados, se reduce la presión sobre las poblaciones silvestres y se evita el impacto negativo de las prácticas de pesca no sostenibles. Además, la acuicultura puede contribuir a la restauración de hábitats acuáticos y la conservación de especies en peligro de extinción.

Los métodos y técnicas utilizados para el cultivo y cría de organismos acuáticos en ambientes controlados varían en función de la especie cultivada, las condiciones ambientales, la disponibilidad de recursos y los objetivos de producción. La elección del sistema de producción acuícola depende de varios factores, como las características de la especie cultivada, los recursos disponibles, la ubicación geográfica y los objetivos de producción. Cada sistema tiene sus ventajas y desafíos particulares en términos de manejo, eficiencia de producción y sostenibilidad ambiental FAO (2018).

La capacidad de producción en la acuicultura está definida de acuerdo a la complejidad en diferentes sistemas productivos como lo menciona (Marino & Aquino, 2015):

- **Sistema extensivo:** realizado en lagos o lagunas, con densidades de siembra de 1 pez/5 – 10 m², la alimentación de los peces está basada con la productividad natural del lugar. La producción de carne en este tipo de sistema es de 500kg/ha
- **Sistema semi - intensivo:** se realiza en estanques de 300 y 2.500 m², con densidades de 2 a 4 peces/m²; se recomienda suministrar alimento concentrado y suplementar con alimento natural a través de la fertilización del agua en el estanque. La producción estimada es de 1500 kg/ha.
- **Sistema intensivo:** realizado en estanques con alto recambio de agua (mínimo un 30% diario), utilizando densidades entre 5 y 15 peces/m² en este sistema la crianza de peces es a densidades altas.

Para la implementación de un sistema de cultivo se debe tomar en cuenta varias condiciones que se debe tomar en cuenta como realizar la medición de parámetros fisicoquímicos del agua donde se va a cultivar la producción piscícola. Una vez definidas los parámetros, se procede a elegir el sistema y el tipo de cultivo que más se adapte a las condiciones del lugar elegido (Ruiz, 2016).

2.2. TIPOS DE CULTIVO

2.2.1. Cultivo en tanques

Es cierto que los estanques plásticos utilizados en la acuicultura ofrecen varias ventajas en términos de costos y manejo, lo que ha contribuido a su creciente popularidad, además de un manejo adecuado y al tener tanques plásticos tampoco se observa procesos de erosión causados por el viento como se observan en las piscinas de tierra, además, sin embargo, cuando se realiza una correcta instalación del ingreso y egreso de agua este realiza de manera rápida y efectiva.

En este tipo de producción se usa con mucha frecuencia geomembranas, construcciones de concreto, fibra de vidrio, plástico, policarbonato de diferentes formas y tamaños de acuerdo con la intensidad, tipo de cultivo y especie. Considerando que la *Piaractus brachipomus* en la actualidad es una especie con alto potencial en adaptación, producción, y comercialización se puede sembrar entre 5,15 y 20 peces/m². (Vidal et al., 2017).

2.2.2. Cultivo en piscinas de tierra

Existen diferentes variedades de especies que pueden ser cultivadas en estanques de tierra, como la cachama blanca que en su mayoría se cultiva en piscinas o estanques de tierra que varían en tipo, forma, tamaño lo cual depende de los materiales de construcción, además existen otros factores como la topografía del suelo, la disposición del agua, precipitación, horas de fotoperiodo, mismos que manejados de forma adecuada permitirán tener éxito en la producción (Alejandro, 2016).

Para lograr un diseño óptimo del estanque acuícola, es fundamental considerar diversas características, entre las cuales destaca una buena hidrodinámica. Es recomendable que la mayor longitud del estanque y las compuertas de drenaje estén alineadas con la dirección de los vientos predominantes. Esta disposición favorecerá una adecuada circulación del agua, lo que resultará en elevados niveles de oxígeno disuelto y un excelente drenaje. Por el contrario, si la circulación del agua es deficiente, podrían formarse depósitos de materia orgánica, lo que incrementaría los compuestos orgánicos y generaría una disminución en la cantidad de oxígeno disuelto en el agua. Esto, a su vez, favorecería el crecimiento de microorganismos perjudiciales para los peces (Peñañiel, 2016).

Para establecer las instalaciones de una piscina de tierra se debe dar mucha importancia a varios factores como disposición de terreno y de agua, flujo de producción, especie a manejar, prevalencia e intensidad de desarrollo de los organismos, entre otros aspectos. (Vidal et al., 2017).

2.3. GENERALIDADES DE LA CACHAMA

Se encuentra una amplia diversidad de especies acuáticas distribuidas en los ríos de América del Sur que tiene su origen en las cuencas de los ríos Orinoco y Amazonas, así como en sus afluentes. Por lo tanto, es común encontrarla en las regiones que se ven influenciadas por estas dos cuencas, compartidas entre los países de Venezuela, Brasil, Ecuador, Perú y Colombia ya que, habitan en aguas con temperaturas que oscilan entre los 23 y 30°C. En su entorno natural, se caracterizan por ser un pez omnívoro, con una preferencia por la fruta y las plantas, y también consumen semillas (Lasso et al., 2004). Aunque su hábitat natural se encuentra en los afluentes del río Orinoco, esta especie ha demostrado tener una gran capacidad de adaptación en diversos entornos.

Esta especie es considerada como la de mayor potencial en piscicultura en aguas cálidas continentales, debido a su resistencia al manejo y su fácil adaptación al consumo de alimentos concentrados y alimentos naturales en condiciones de cautiverio, lo que evidencia su versatilidad y capacidad de supervivencia en distintas condiciones ambientales, a lo que se le adiciona su rápido crecimiento, con excelentes conversiones alimenticias y gran demanda en el mercado como lo evidencia Colombia y ahora Ecuador (Fire, 2017). Además, destaca por su comportamiento migratorio, siendo capaz de desplazarse varios kilómetros en busca de mejores condiciones. No solo eso, también se caracteriza por su resistencia a enfermedades, lo que ha favorecido su cultivo en cautiverio

Al igual que la Tilapia, el bocachico, la carpa y el yamú, la Cachama blanca puede desarrollarse en policultivos sean estos de forma intensiva o extensivas en combinación con las especies antes mencionadas, además es importante indicar que la Cachama blanca es un pez que se desarrolla en aguas cálidas, son animales rústicos y dóciles, que poseen una buena calidad de carne, demostrando durante el cultivo buenos índices de crecimiento siempre y cuando no se vean alterados las características del agua (Chaverra, García, & Pardo, 2017).

En el mundo la eficiencia productiva en las piscícolas, está encaminada a aplicar biotecnologías reproductivas, genéticas, nutricionales y sanitarias, aspectos limitados aún en la explotación de cachama, por ser una producción reciente en nuestro medio que lleva escasas dos décadas de desarrollo (Vasquez et al., 2004). Los esfuerzos de investigación en cachama blanca en la amazonia ecuatoriana, han sido orientados principalmente al conocimiento de su biología, anatomía, sanidad, hábitos alimenticios y requerimientos nutricionales, efectos productivos en policultivo con otras especies, pero muy pocos se han dedicado al conocimiento de la manipulación de su ciclo reproductivo bajo condiciones de cautiverio y la etapa larvaria.

A pesar de compartir hábitat con la especie *Colossoma macropomum*, la *Piaractus brachypomus* se diferencia morfológicamente en su tamaño rostro-caudal. Esta especie puede llegar a alcanzar un peso cercano a los 20 kg y una longitud de aproximadamente 85 cm. Presenta características distintivas, como una coloración blanquecina en la región ventral y tonalidades rojizas en la parte anteroventral, así como en las aletas pectorales, pélvicas y anales. En la parte dorsal, suele tener un tono gris claro, mientras que los flancos a veces pueden presentar una coloración azulada. Además, la *P. brachypomus* posee estructuras dentales de tipo molariforme, las cuales le permiten pelar y triturar alimentos en su hábitat natural, como hojas, frutas o semillas (Clavijo, 2011).

2.3.1. Taxonomía

Voto (2000) clasifica a la cachama:

Reino:	Animalia
Phyllum	Gnathostomata
Clase	Actinopterygii
Orden	Characiformes
Familia	Characidae
Subfamilia	Serrasalminae
Género	Piaractus
Especie	<i>Piaractus brachypomus</i>
Nombre común	Cachama blanca

Según su localización geográfica esta especie tiene distintos nombres: Caranha, Pirapitinga (Brasil), Paco, Pacu (Colombia y Perú), Cachama (Ecuador y Colombia), Morocoto (Venezuela), Tambaqui (Bolivia y Brasil).

2.3.2. Descripción de la especie

Según Santos, Ferreira, Zuanon (2006) la Cachama blanca es de gran tamaño pudiendo alcanzar una longitud de 85 cm y un peso aproximado de 20 kg, tiene un aspecto de una piraña, por lo que se puede confundir fácilmente, presenta un cuerpo plateado con vientre rojo, posee una característica única, ya que en esta especie la parte frontal de la vejiga natatoria es más pequeña que la posterior y hay una única banda muscular. Posee una dentadura robusta, implementada fuertemente en los dos huesos superiores que forman la mandíbula superior y en la mandíbula inferior.

Los juveniles suelen tener más color con tonalidades rojo intenso o anaranjado en la parte anterior del abdomen y en las aletas anal y caudal. Durante esta etapa presenta un bajo número de 37 branquiespinas en el primer arco branquial lo que hace que tenga una baja capacidad de filtración y en la etapa adulta presenta en su dorso y flancos una coloración grisácea con reflejos azulosos mientras que el abdomen es blanquecino con ligeras manchas anaranjadas y la aleta adiposa es carnosa.

2.3.3. Bondades de cachama blanca

La cachama constituye un alimento muy apetecido por su calidad, sabor, textura y su alto valor nutritivo (18% proteína y 2,5% grasa), sus proteínas contienen todos los aminoácidos esenciales, es altamente digerible y presenta un importante contenido en vitaminas y minerales. Por otra parte, su contenido en ácidos grasos poli insaturados tales como el ácido eicosapentaenoico y el ácido docosahexanoico que son de gran importancia para el hombre debido a que su consumo habitual ha sido asociado a una disminución de los accidentes cardiovasculares. Todos estos factores la convierten en una excelente materia prima para la fabricación de productos alimenticios (Puello-Caballero, Montoya-Campuzano, Castañeda-Monsalve, Moreno-Murillo, 2018).

2.3.4. Morfología

Tiene un aproximado de 88-89 escamas pequeñas en la línea media, las cuales les permiten al pez filtrar microorganismos acuáticos, su estructura también cuenta con branquiespinas (termino que hace referencia a proyecciones óseas como espinas que se encuentran fijas a lo largo del borde anterior de los arcos branquiales) (Bello & González, 2018).

2.3.5. Importancia económica

La especie *Piaractus brachypomus*, conocida comúnmente como cachama blanca, posee una gran importancia económica en la acuicultura. Su valor radica en su capacidad de adaptación al cultivo en cautiverio y su alto potencial productivo. La cachama blanca es apreciada tanto a nivel nacional como internacional debido a la calidad de su carne y su buen crecimiento en sistemas de piscicultura extensiva y semiintensiva (Mesa-Granda y Botero-Aguirre, 2007).

Su crianza y comercialización generan oportunidades de empleo y desarrollo económico en las regiones amazónicas que es donde mayormente esta la producción de esta especie. En la amazonia ecuatoriana la producción de esta especie es una base de proteína para los pueblos que no tienen acceso al alimento balanceado comercial y utilizan alimentos naturales para su desarrollo. Además, contribuye a la conservación y aprovechamiento sostenible de los recursos acuáticos de estas áreas. En resumen, la cachama blanca es una especie con un importante valor económico que impulsa el sector acuícola y brinda beneficios a las comunidades locales.

Cabe considerar, por otra parte, que esta especie se reproduce fácilmente de forma artificial varios meses al año para su cultivo en cautiverio, lo que facilita su producción masiva.

2.3.6. Comportamiento y ecología

Esta especie es capaz de tolerar una amplia gama de condiciones de agua, incluyendo niveles de oxígeno disuelto bajos y aguas con alta turbidez. La cachama blanca es un pez de comportamiento reofílico (migratorio) que dependiendo de la etapa en la que se encuentre puede desplazarse una cantidad considerable de kilómetros aguas arriba cuando inicia la época lluviosa y se prepara para la reproducción que se cumple cíclicamente cada año (Alarcón & Bermeo, 2013).

Este pez alcanza su madurez sexual al cabo de 3 años. En medio natural esta especie en edad adulta el estado de madurez estacional se da al finalizar la época sequia e inicia su comportamiento reofílico y desarrollo gonadal tan pronto como llegan las lluvias. Inician los peces surcando el río nadando contra la corriente y desovando en pleno cauce y luego fertilizados por los machos para que las ovas sean transportadas por acción mecánica de las aguas del río manteniéndolos en movimiento constante y de esta manera siendo

oxigenados y si han sido fertilizados, inician su evolución y llegan a eclosionar. Tan pronto como la larva tenga la capacidad de nadar, se dirige hacia las áreas inundadas marginales al cauce de los ríos donde encuentran aguas tranquilas para su desarrollo según (Leal, Díaz, Saavedra-Nievas y Claramunt, 2013).

Debido a los graves problemas que han surgido en los últimos diez años como; la tala y quema indiscriminada, incontrolada que se va expandiendo a diario de las áreas aledañas a las cuencas amazónicas, el uso inconsciente de insecticidas y venenos empleados en la agricultura, así como la pesca indiscriminada, incontrolada y devastadora ha hecho que las poblaciones naturales de esta y otras especies ícticas tengan una baja de producción considerable.

Durante los alevines eran capturados en pocas cantidades en los ríos, esteros y áreas inundadas debido a que la reproducción en cautiverio era imposible, luego de una ardua labor la reproducción artificial o inducida de cachama se realiza con extracto de pituitaria-hipofisis de carpa. De esta forma ha hecho que la producción de alevines vaya en aumento.

2.4. PRODUCCIÓN CONTROLADA

En la región amazónica esta especie marca la diferencia por su adaptabilidad al cautiverio lo convierten en un excelente pez para el cultivo, ya sea en mono o policultivo. Para cultivar con éxito la especie, se requieren reproductores sanos y sexualmente maduros de ambos sexos. Estos pueden provenir del medio natural, debiendo esperar a que alcancen la madurez sexual para ser capturados. Alternativamente podrán ser adquiridos desde centros que ya dispongan de estos reproductores mencionados.

La cachama blanca requiere de inducción hormonal para reproducirse en cautiverio. La selección de los peces para inducción a la reproducción deberá ser realizada en el estanque. Dentro de dichas características, las más importantes y fáciles de observar son las siguientes: en los machos maduros, al hacer leve presión en el abdomen dejan fluir su líquido espermático, el cual debe ser de aspecto blanco cremoso y de considerable viscosidad; las hembras presentan vientre abultado y flácido y papila genital dilatada y enrojecida.

En la selección de hembras lo ideal es que los reproductores permanezcan sin recibir alimento por lo menos un día antes, para que el vientre abultado no sea confundido con

depósitos de alimento. Una hembra puede producir aproximadamente 130 000 huevos/kg y son semi flotantes. La temperatura óptima para la reproducción y cultivo es entre 26 y 28,5 °C. El periodo de incubación de huevos es entre 15 y 18 horas, dependiendo de la temperatura FAO (2010).

2.5. CONDICIONES SOBRE LA PISCICULTURA DE LA CACHAMA

Es necesario tomar en cuenta las condiciones ideales para desarrollar el cultivo de cachama que se describen a continuación:

2.5.1. Manejo de reproductores

La cantidad de reproductores necesarios en un programa de reproducción de *Piaractus brachypomus* está determinada por el número de alevines deseados, considerando la pérdida por mortalidad durante el proceso. La cantidad de huevos y reproductores necesarios dependerá de diversos factores, como la tasa de fecundación, la eclosión y la supervivencia hasta la etapa de alevín.

En condiciones óptimas de cautiverio y utilizando técnicas de reproducción artificial, es posible lograr tasas de supervivencia que van desde un 5 hasta un 30% hasta la etapa de alevín. Es importante destacar que estas cifras pueden variar dependiendo de varios factores, como la calidad del agua, la alimentación adecuada y el manejo adecuado de los reproductores (Chaves-Moreno et al., 2011).

Durante el año es de suma importancia la manipulación o adiestramiento constante de los posibles reproductores para lograr bajar la agresividad y nerviosismo durante el proceso de reproducción. La selección adecuada de reproductores es un aspecto crucial en los programas de reproducción de cachama (Suarez et al., 2019).

2.5.2. Reproducción

Existe dos tipos de reproducciones a los que está sujeta la cachama:

2.5.2.1. Reproducción natural

La cachama es un pez reofílico que realiza su reproducción una vez en el año al iniciar la época de lluviosa que ocurre entre los meses de mayo a julio. La asombrosa capacidad reproductiva del *Piaractus brachypomus* se refleja en la gran cantidad de óvulos que una

hembra puede desovar en una sola postura. Con alrededor de 100.000 óvulos por kilogramo de peso corporal, una cachama de 10 kilogramos puede liberar aproximadamente 1.000.000 de óvulos, (Arias & Hernández, 2009). Sin embargo, la supervivencia de estos huevos desde la ovulación hasta la etapa de alevines en el medio silvestre o natural es relativamente baja, estimada entre 0.01% y 0.05%. Esto implica que de los 1.000.000 de óvulos desovados, solo entre 100 y 500 alevines llegarán a convertirse en cachamas adultas.

Para asegurar la supervivencia de los huevos recién desovados, estos son arrastrados por las corrientes de los ríos y se asientan en las zonas recién inundadas. Estos hábitats ofrecen una gran abundancia de alimento natural, principalmente constituido por fitoplancton y zooplancton. Es en estas áreas donde las futuras postlarvas y alevines tienen la oportunidad de encontrar una nutrición adecuada y desarrollarse favorablemente (Maldonado, 2004).

2.5.2.2. Reproducción artificial o inducida

La cachama, al ser un pez con un comportamiento migratorio y al no lograr reproducirse en cautiverio de forma natural al bloquear el sistema endocrino en la etapa de desove al madurar y no lograr desovar son reabsorbidas las ovas (Loqui, Tumbaco, Zambrano & Casignia, 2022).

Luego de varios estudios se ha logrado desarrollar totalmente sus productos gonadales, óvulos en las hembras y en el caso del macho los espermatozoides teniendo como resultado la fertilización. Todo este proceso se lleva a cabo con la acción de la mano de hombre al inyectar una dosis hormonal de extracto de pituitaria en base a su peso.

Durante el proceso de maduración gonadal, las prostaglandinas actúan como mediadores químicos que facilitan la liberación de los gametos (óvulos o espermatozoides) en el momento adecuado. Estas sustancias están involucradas en la estimulación de la contracción del tracto reproductivo, el desprendimiento de los óvulos o espermatozoides y la inducción de la liberación de las células sexuales al medio acuático durante el desove (Valdebenito 2008).

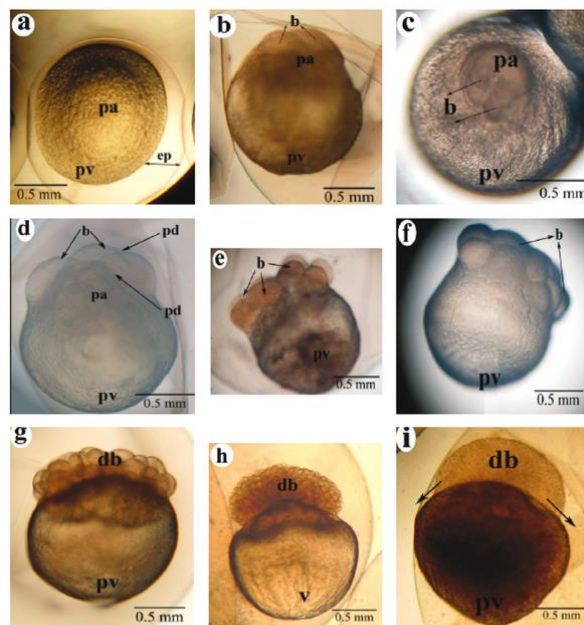
2.5.3. Desarrollo embrionario de *Piaractus brachyomus*

Después de la fertilización, se desencadenan una serie de procesos fascinantes en el huevo fertilizado. En primer lugar, se produce una hidratación del huevo, lo que provoca un aumento significativo en su volumen, aproximadamente unas cinco veces su tamaño

original. Posteriormente, se lleva a cabo una división y separación del vitelo hacia los polos opuestos del huevo. Esta polarización da lugar a la formación de un polo animal y un polo vegetal, que permanecen intactos y no se dividen (Zaniboni-Filho et al., 2001).

En el polo animal, tiene lugar la primera división celular, dando como resultado dos células que continúan dividiéndose de manera sucesiva, formando 4, 8, 16, 32, 128 células y así sucesivamente. Con cada división, se forma una zona de alta densidad celular conocida como "mórula", debido a su parecido con una mora. Posteriormente, las células se separan, creando una cavidad central llamada "blastocela". Las nuevas células se disponen alrededor de esta cavidad, dando lugar a una etapa conocida como "blástula". Estos procesos de división y organización celular en el huevo fertilizado son esenciales para el desarrollo temprano del organismo. Cada paso en esta secuencia de eventos contribuye a la formación de estructuras y tejidos fundamentales para el crecimiento y la diferenciación posteriores. Es asombroso cómo, a partir de una simple unión de óvulos y espermatozoides, se generan estas complejas etapas que sientan las bases para el desarrollo de un nuevo ser vivo (Figura 1) como menciona Erazo y Valles, (2010).

En la siguiente figura se muestran las fases del desarrollo embrionario de la cachama blanca (*P. brachypomus*).



Desarrollo embrionario de *Piaractus brachypomus* (Cachama). a) blastodisco unicelular, b-c) estado de 2 c è lulas, d) estado de 4 c è lulas, e) estado 8 c è lulas, f) estado 16 c è lulas, g) estado 64 c è lulas, h) blastodisco inicial, i) inicio descenso del blastodisco sobre el polo vegetal. (pa) polo animal, (pv) polo vegetal, (ep) espacio perivitelinico, (b) blast ó mero, (pd) plano de divisi ó n, (db) discoblastula, (v) vitelo.

Figura 1. Desarrollo embrionario de la Cachama blanca (*Piaractus brachypomus*)

Fuente: (Olarte et al., 2010)

Tras la etapa de blastulación, da inicio la gastrulación, un conjunto de procesos que conducen a la formación de las capas celulares, las cuales serán responsables de la generación de los distintos órganos en el pez. Después de la gastrulación, comienza la organogénesis, fase en la que se observa claramente la diferenciación de la cabeza, con la aparición de las vesículas ópticas, mientras que la cola crece independiente del saco vitelino. A medida que la cola continúa su desarrollo, comienza a formarse la aleta caudal y se evidencia la presencia de una columna vertebral y una organización incipiente a nivel cerebral. Durante esta etapa, el corazón se ha formado y empieza a latir, las cápsulas ópticas, olfativas y óticas se han desarrollado completamente, y se inicia la formación de las mandíbulas y las aletas (Oliveira, 2018).

El embrión se mueve dentro de la membrana cada vez más y se prepara para la eclosión, liberando una enzima que debilita la membrana y permite su salida. El desarrollo de los embriones se optimiza teniendo parámetros físico químicos requeridos y estables siendo una de los importantes el movimiento de los huevos teniendo suficiente oxígeno, el flujo de agua evita que los huevos se precipiten en el fondo de la incubadora. Posterior a ese momento, se le denomina "larva". La larva recién eclosionada es capaz de iniciar un nado muy primitivo, caracterizado por movimientos verticales. Se alimenta de las reservas en el saco vitelino, lo que le permite sobrevivir. Este proceso ocurre aproximadamente 24 horas después de la fertilización de los huevos. (FONDEPES, 2017).

Estos eventos sucesivos durante la embriogénesis de la cachama revelan la asombrosa complejidad y sofisticación del desarrollo temprano de este pez, desde la formación de los órganos fundamentales hasta su capacidad para eclosionar y emprender una vida independiente como larva.

2.5.4. Larvicultura

La producción de larvas aún es limitada, principalmente por la estacionalidad reproductiva propia de la especie y las bajas supervivencias en la larvicultura. De este último aspecto, Atencio (2001), menciona que la adaptación del sistema Húngaro es el más usado en la producción de larvas, el cual consiste en sembrarlas en estanques abonados donde permanecen hasta convertirse en alevinos. Dentro de las diferentes etapas o actividades para la producción en confinamiento de una especie íctica, la larvicultura es de vital importancia, puesto que el éxito comercial de un cultivo de peces depende en gran medida

de la producción controlada de un número suficiente de alevinos de la especie a cultivar (Atencio et al., 2003).

En este sentido, la supervivencia de las larvas es un aspecto primordial que está directamente relacionado con la plena satisfacción de sus requerimientos. En consecuencia, los resultados pueden ser favorables si la alimentación es la adecuada y la calidad del agua, está en los rangos de confort para la especie cultivada (David et al., 2011).

Durante los primeros días después de la eclosión, las larvas de cachama dependen de su saco vitelino como fuente de alimento. El saco vitelino contiene nutrientes y energía necesarios para su desarrollo inicial. El tiempo que tardan en absorber completamente el saco vitelino puede variar, pero generalmente oscila entre 3 y 5 días, dependiendo de la temperatura del agua. Es importante mantener la temperatura adecuada para asegurar una absorción eficiente del saco vitelino. Una vez que las larvas han absorbido su saco vitelino, es necesario comenzar a proporcionarles alimento externo (Dantagnan et al., 2002).

2.5.5. Desove

Según Zaniboni-Filho & Weingartner (2007), el desove inducido en *Piaractus brachypomus*, utilizando inyecciones hormonales, generalmente ocurre alrededor de 8 a 10 horas después de la última inyección hormonal. El tiempo exacto puede variar dependiendo de varios factores, como la dosis hormonal utilizada y las características individuales de los peces.

En cuanto a la acumulación de grados-hora para el desove, se estima que para *P. brachypomus* ocurre entre 250 y 280 horas/grado después de la última inyección hormonal. Los grados-hora son una medida que combina la temperatura y el tiempo para estimar la acumulación de calor necesario para alcanzar un determinado desarrollo biológico.

2.6. TIPO DE ALIMENTACIÓN

Para lograr un proceso de producción exitoso, es crucial tener en cuenta las diferentes necesidades nutricionales de cada especie, ya que su tipo de alimentación puede variar considerablemente. Es importante conocer los valores nutricionales de los alimentos que se utilizarán en la dieta y evaluar su eficiencia en el uso de dichos nutrientes. En este sentido, es fundamental buscar ingredientes de bajo costo que cumplan con los requerimientos nutricionales específicos de cada especie.

Para clasificar los alimentos racionados para los animales generalmente se pueden clasificar en procesados y no procesados, pero si hablamos de las especies acuáticas la elaboración o fabricación de sus alimentos puede ser un poco difícil porque se deben considerar ciertos factores como dureza, tamaño, durabilidad, y estabilidad del agua, dentro de los cuales se pueden mencionar los alimentos peletizados y de extrusión u otros tipos de alimentación como la natural que obtienen de las fuentes naturales (Ruiz y Toro, 2018).

La alimentación de la especie *Piaractus brachyomus* es de forma similar a la Tilapia, ya que en sus primeros estadios su alimentación es plactófaga; se alimenta a base de frutas que producen las plantas de ribera, algunas proceras (pastos) en época de lluvias y durante la época seca se alimenta de larvas de insectos, pequeños moluscos y crustáceos, pero en cautiverio en la fase de larvicultura es un gran desafío (Uzcátegui et al., 2014).

La cachama cuando inicia con su alimentación requiere de una dieta especial de partículas pequeñas, de textura suave, fácilmente digerible, en forma constante, abundante y con alto valor nutritivo. El incompleto desarrollo de su tracto digestivo limita su capacidad de aprovechar satisfactoriamente los nutrientes de la dieta. Así, este periodo es una fase crítica para su sobrevivencia (Sipaúba-Tavares, Rocha, 2003).

2.6.1. Zooplancton

La composición bioquímica del zooplancton para los peces es importante, siendo considerado el alimento que contiene la mayoría de las sustancias nutritivas y que sirve como base para las dietas en los estadios más tempranos. Principalmente, el valor nutritivo se basa en el contenido de aminoácidos y ácidos grasos esenciales, entre otros elementos que favorecen el crecimiento y la sobrevivencia de las postlarvas. El plancton posee enzimas necesarias para el crecimiento y sobrevivencia de las larvas (Prieto et al., 2013).

En general, el alimento artificial no suple las necesidades nutricionales o no presenta las características adecuadas para las larvas, constituyendo el zooplancton la mejor opción en la larvicultura (Blair et al., 2003). Su uso en la larvicultura presenta como principales ventajas: menor grado de polución, mejor distribución, mantienen sus características por muchas horas (Prieto y Atencio, 2008), lo que no ocurre con alimentos artificiales. Además, el zooplancton presenta corto ciclo de vida, alta tasa de fertilidad y capacidad de vivir en altas densidades, características que facilitan su cultivo; su lento movimiento y coloración facilitan la captura por parte de las postlarvas, así mismo, presentan la posibilidad de ser

biocápsulas al ser enriquecidos. Entre los grupos de zooplancton más utilizados están Artemia, Rotíferos, Cladóceros y Copépodos. El valor nutricional de los rotíferos está sujeto al alimento ofrecido; son considerados excelente alimento para larvas de peces (Hagiwara et al, 2001).

2.6.2. Fitoplancton

Según Sanchez, (2018), el fitoplancton, que consiste en microalgas y organismos fotosintéticos, es una fuente importante de alimento para la cachama (*Piaractus brachypomus*) en su etapa de crecimiento. Estas microalgas son ricas en nutrientes esenciales y pueden proporcionar una dieta equilibrada para la cachama.

Algunas especies de fitoplancton que se utilizan comúnmente como alimento para la cachama incluyen Chlorella, Spirulina y Scenedesmus, entre otras. Estas microalgas pueden ser cultivadas de manera controlada en acuarios, estanques o sistemas de cultivo para asegurar un suministro constante de alimento de alta calidad para la cachama.

2.6.3. Espirulina

Según Álvarez y Bague, (2011), la espirulina (*Arthrospira platensis*) es una microalga de color verde azulado que ha sido ampliamente estudiada y utilizada como suplemento nutricional en la acuicultura. En el caso del *P. brachypomus*, se ha explorado el uso de la espirulina como alimento primario debido a su composición nutricional y potencial beneficio para el crecimiento y desarrollo de los peces como se menciona en la Tabla 1. La espirulina es conocida por su alto contenido de proteínas de alta calidad, vitaminas, minerales y antioxidantes, lo que la convierte en un alimento altamente nutritivo para los peces. Además, contiene una amplia gama de ácidos grasos esenciales, incluyendo omega-3 y omega-6, que son importantes para el desarrollo y la salud de los peces.

Además de su valor nutricional, la espirulina también ha sido considerada como una alternativa sostenible a los ingredientes tradicionales utilizados en las dietas de peces, como la harina de pescado. La producción de espirulina requiere menos agua, espacio y recursos en comparación con la producción de otros alimentos para peces, lo que la convierte en una opción más respetuosa con el medio ambiente (Elmer, 2019).

Sin embargo, es importante destacar que la inclusión de la espirulina en la dieta de *P. brachypomus* debe ser cuidadosamente evaluada y equilibrada con otros nutrientes esenciales para garantizar una dieta balanceada. Además, se requiere más investigación para determinar las cantidades óptimas de espirulina en la dieta, así como sus efectos a largo plazo en el crecimiento y la salud de los peces.

2.6.4. *Artemia salina*

La *Artemia salina*, comúnmente conocida como camarón de salmuera, ha sido considerada como un alimento primario potencialmente beneficioso en la dieta del *Piaractus brachypomus*. Esta pequeña especie de crustáceo tiene un alto valor nutricional y es ampliamente utilizada en la acuicultura como fuente de alimento vivo para diferentes especies, incluyendo los peces (Woynárovich & Van Anrooy, 2019).

La *Artemia salina* es rica en proteínas, lípidos, vitaminas y minerales esenciales que son fundamentales para el crecimiento y desarrollo saludable de los peces. Su tamaño y movimientos activos hacen que sea un alimento atractivo para el *P. brachypomus*, estimulando la respuesta alimentaria y promoviendo una óptima ingesta de alimento.

Además de su valor nutricional, la *Artemia salina* también ofrece otros beneficios en la crianza de la cachama blanca. Al ser un organismo acuático de vida libre, es capaz de mantenerse en suspensión en el agua, lo que facilita su suministro y consumo por parte de los peces. Además, la *Artemia salina* puede ser enriquecida con nutrientes esenciales, como ácidos grasos omega-3 y carotenoides, lo que aumenta su valor nutricional y beneficia el desarrollo de los peces (Zelaya, Davis, Rouse, 2007).

Es importante destacar que la *Artemia salina* no debe ser el único alimento en la dieta del *Piaractus brachypomus*, ya que se requiere una dieta balanceada que incluya otros ingredientes y nutrientes esenciales para satisfacer las necesidades nutricionales de los peces en todas las etapas de su desarrollo como se demuestra en la Tabla 1. Además, es necesario tener en cuenta la calidad y la frescura de la *Artemia salina* utilizada como alimento vivo, ya que esto puede influir en su valor nutricional y en su capacidad para satisfacer las necesidades de los peces (Zamora, Shpigel, 2006).

Tabla 1. Composición de la *Artemia salina* liofilizada (por 100 gramos)

COMPOSICION	
Proteínas, g	50-60
Grasas, g	20-30
Carbohidratos, g	15-20
Fibra, g	5-10
Vitaminas	Incluye vitamina A, vitamina B12, vitamina C, vitamina E, entre otras.
Minerales	Incluyendo calcio, fósforo, potasio, magnesio, entre otros.
Ácidos grasos	omega-3 y omega-6

Fuente: Zamora y Shpigel, (2006)

2.6.5. Alimento balanceado

El uso de alimento balanceado en la alimentación de postlarvas de cachama (*P. brachypomus*) es una práctica común en la acuicultura. El alimento balanceado proporciona una fuente de nutrientes equilibrada y de alta calidad para satisfacer los requerimientos nutricionales de las postlarvas en su fase de crecimiento como se muestra en la Tabla 2.

El alimento balanceado para postlarvas de cachama generalmente está compuesto por ingredientes de origen vegetal y animal, como proteínas de pescado, harina de soja, harina de trigo, aceites vegetales, vitaminas y minerales. Estos ingredientes se procesan y formulan de manera específica para asegurar una dieta completa y balanceada (González y Heredia, 2006).

Tabla 2. Composición del alimento balanceado

COMPOSICION	
Proteína cruda, %	Min 45
Grasas, %	Min 7
Fibra cruda, %	Max 7
Humedad, %	Max 12

2.7. Enfermedades que afectan a las cachamas

Dentro del cultivo de *Piaractus brachypomus* en ambientes naturales se ven afectado por patógenos de forma periódica, mientras que en cautiverios (tanques) estos patógenos pueden volverse resistentes debido al estrés ocasionado que causa el confinamiento y las condiciones desfavorables volviéndolo vulnerable y susceptible a dichos patógenos. Además, cuando se crían en altas densidades, los peces están más expuestos a enfermedades, ya que los patógenos pueden propagarse fácilmente en un entorno de alta concentración de individuos. Si se producen alteraciones en el agua, como cambios bruscos en la temperatura o la calidad química, esto puede agravar el estrés y aumentar las tasas de mortalidad; efectos negativos en su producción, costos económicos, sin embargo, en la región tropical las enfermedades que más suelen presentarse en estas especies son de tipo parasitaria (Alcántara et al., 2015).

2.7.1. Enfermedades virales

- **Papilomatosis:**

Enfermedad tumoral en forma de coliflor. Las anguilas son los peces que más frecuentemente aparecen con él presentando proliferaciones cutáneas en todo su cuerpo.

- **Virus de la Nefritis Infecciosa y Degeneración Hepática (N.I.D.H):**

Los animales presentan apatía, con reflejo de huida, nadando lentamente en la superficie, las branquias presentan palidez, hígado amarillento y quebradizo, bilis de aspectos gelatinoso, riñones aumentándolos de tamaño con líneas rojas, presentando edemas. Esta enfermedad aparece con más frecuencia en la Trucha arco iris.

- **Herpesvirus**

Es la virosis de mayor importancia en los salmónidos, se han identificado varios serotipos: SHV, NHI. En la carpa se aísla el VPC.

2.7.2. Enfermedades bacterianas

Según Iregui, (2004), dentro de las enfermedades bacterianas más comunes que se presentan en los cultivos piscícolas se encuentran las siguientes:

- **Tuberculosis**

La tuberculosis de los peces de viveros o grandes explotaciones, sino a una lenta pero continua. Los animales afectados presentan “adelgazamiento, inapetencia, decoloración, deformación” en la estructura ósea, los órganos presentan nódulos blandos. El agente causal es un bacilo gram – positivo, ácido resistente llamado: mycobaterium piscium, el control de esta enfermedad se basa en medidas preventivas, si se presenta, desinfectar el lago con Cal o Formol.

- **Ascitis Infecciosa**

Enfermedad común y muy antigua, la variedad de síntomas hace que la enfermedad tenga varios nombres, entre otros: Septicemia hemorrágica o peste roja. Presenta una forma ulcerosa en la piel y músculos y una forma aguda con presencia en la cavidad abdominal de líquido amarillento y mal oliente con material gelatinoso. Su control: Utilizando antibióticos incorporados en el alimento.

- **Columnaris**

Enfermedad que aparece con frecuencia en la cachama, siendo esta especie más susceptible que otras. Se presenta como una pequeña úlcera que va aumentando de tamaño, olor pútrido, altamente mortal. Se controla con antibióticos en el alimento y recambios drásticos en el agua.

2.7.3. Enfermedades micóticas

Para Conroy, (2005), son las enfermedades más comunes que se presentan en las explotaciones piscícolas; de importancia sobre sale:

- **Saprolegnia**

Hongo de color blanco, comúnmente la enfermedad la llaman “Mota de algodón”, invade la cola, aletas y piel en general, dándole un aspecto algodonoso. El control a base de desinfectantes químicos para el agua como: sulfato de Cobre, Azul de Metileno, esta enfermedad puede ser confundida con la Anchlyasis, siendo este hongo similar.

2.7.4. Enfermedades parasitarias

Las enfermedades parasitarias y las micóticas son las que causan más problemas económicos en las piscifactorías en larvas y alevinos, a veces alcanzan mortalidades hasta un 60% como menciona (Iregui, 2004).

- **Trichodinosis**

Enfermedad que se manifiesta por una capa de mucus blanquecino en la piel a la cual se adhieren unos cilios quitinosos ocasionando lesiones graves. El agente causal es la trichodina, protozooario ciliado de forma discoidal.

Se conoce como la enfermedad del punto blanco, es una de las más graves, se presentan en forma de unos pequeños puntos blancos localizados en la epidermis, aletas, colas y branquias. La causa un protozooario ciliado de forma esférica.

- **Oodiniasis**

Enfermedad conocida como Herrumbe o terciopelo caracterizada por la pérdida decolor de la piel, tomando éste un color amarillento o grisáceo, que posteriormente se cae a tiras. El agente causal es un protozooario del orden de los flagelados, llamado oodinium.

- **Gyrodactilosis**

Es uno de los parásitos más agresivos, causante de altas mortalidades y grandes pérdidas económicas. La única sintomatología presente es piel opaca y branquias blanquecinas, posteriormente la alta mortalidad. Es causado por el tremátodo Monogésico Gyrodactylus.

2.8. PARÁMETROS ZOOTÉCNICOS

2.8.1. Ganancia de peso (mg)

La ganancia de peso es uno de los parámetros productivos más importantes por medio del que cual se determina el nivel de alimentación óptima para los peces, esta variable mide la cantidad de peso vivo (mg) que incrementa en los peces, por unidad de tiempo (día) que dure la producción (Barroso, 2012).

El seguimiento de la ganancia de peso en los peces es esencial para ajustar la alimentación y optimizar la eficiencia de producción. Se busca encontrar el equilibrio adecuado entre la cantidad de alimento suministrado y la ganancia de peso óptima

2.8.2. Incremento de talla (mm)

La ganancia de talla de los peces está influenciada por diversos factores. El oxígeno es

esencial para satisfacer las necesidades metabólicas de los peces, y un suministro adecuado de oxígeno en el agua es crucial para su crecimiento saludable. El oxígeno disuelto en el agua permite el adecuado funcionamiento de los sistemas biológicos de los peces, incluyendo el crecimiento (Quispe & Quispe 2017).

2.8.3. Índice de conversión alimenticia (ICA):

Representa la relación entre la cantidad de alimento suministrado (mg) y el peso obtenido (mg) como resultado de esa alimentación. La conversión alimenticia es un indicador del grado de eficiencia con el que los peces asimilan y utilizan el alimento para su crecimiento.

En el caso de *Piaractus brachypomus*, una especie específica de pez, se considera que un valor ideal de conversión alimenticia es de 1,7 (Andrade, Méndez & Perdomo, 2011).

2.8.4. Índice de mortalidad (%):

La mortalidad es una variable importante en la producción de peces y se refiere a la cantidad de peces que mueren durante un período de tiempo determinado en un entorno de cultivo, como un tanque o piscina por variaciones de temperatura, oxígeno, enfermedades, además de otros factores como la alimentación y la condición genética. (Rodríguez, Diagnora, Martínez, & Osorio, 2016).

2.9. CALIDAD DE AGUA

Según (Brú, Pertúz, Ayazo, Atencio, & Pardo, 2017) la calidad de agua juega un papel importante durante la etapa de producción de los peces, por ejemplo, en la especie *P. brachypomus* es de vital importancia conocer las condiciones fisicoquímicas del agua debido a que esta especie no tolera cambios bruscos en variaciones de temperatura, pH, alcalinidad, concentraciones de gases y por consiguiente la presencia de otros compuestos, a esto se le suma Cabezas, Amaguay, Diéguez, y Cossío, (2017) quienes indican cuales son los rangos óptimos de las condiciones fisicoquímicas del agua que se deben presentar durante el cultivo de la Cachama:

2.9.1. Temperatura (C°)

El rango óptimo de temperatura en el agua está entre 25°C – 32°C, sin embargo, esta especie puede llegar a tolerar una temperatura menor a 22°C o mayores a 34°C en ciertas ocasiones estos cambios bruscos de temperatura generan un desequilibrio en el estado de

salud de los peces y por consiguiente pueden volverlos vulnerables a enfermedades que se encuentran presentes en el medio (Campos, 2015).

Considerando que los peces al ser animales poiquiloterms (la temperatura corporal depende de la temperatura del agua) y altamente termofólicos (dependientes y sensibles a los cambios de temperatura), se ven afectados por las variaciones de temperatura que puede presentarse entre el día y la noche motivo por el cual es de suma importancia mantener este parámetro bajo los rangos normales.

2.9.2. Oxígeno disuelto

Se requiere que los niveles de oxígeno en el agua no sean menores que 4mg/l debido a que los peces no toleran bajas concentraciones de O, por lo que los valores óptimos están entre 5-12mg/l, por ejemplo, si este factor se ve alterado, los peces reducirán el consumo de alimento y por consiguiente se volverán susceptibles a patógenos presentes en el ambiente, también entre más oxígeno disuelto se encuentre en el agua mayor densidad de peces se pueden cultivar (Díaz y López, 1993).

2.9.3. Dióxido de carbono

El dióxido de carbono es un constituyente menor de la atmósfera (0.032%) y es altamente soluble en agua, comportándose como un ácido. El dióxido de carbono del agua usualmente es una función de la actividad biológica. La respiración es un proceso mucho más rápido que la fotosíntesis y el CO₂ se acumula, por la madrugada, el agua está saturada de CO₂.

Las altas concentraciones de CO₂ tienen efectos narcóticos sobre los peces y pueden llegar a causar la muerte; por que el ingreso de CO₂ al organismo del pez se hace por difusión a través de las branquias y está estrechamente relacionada con la actividad biológica. Durante la respiración de los organismos acuáticos, se produce CO₂ como subproducto, lo que puede conducir a un aumento de la concentración de CO₂ en el agua. Por lo tanto, en las primeras horas de la mañana, cuando la actividad biológica es alta y la fotosíntesis aún no ha comenzado plenamente, el agua puede estar saturada de CO₂ y es de suma importancia llevar un adecuado control y monitoreo que son factores indispensables (Valera & Valverde, 2018).

2.9.5. pH

La importancia del pH en el agua es fundamental para comprender los procesos químicos y biológicos que ocurren en los ecosistemas acuáticos. El pH, que se define como el logaritmo negativo de la concentración de hidrogeniones (H^+), determina el grado de acidez o alcalinidad del agua.

Un pH bajo puede tener efectos negativos en los organismos acuáticos, manifestándose como estrés ácido. Este estrés se caracteriza por una acumulación excesiva de mucus en las branquias, lo cual dificulta el intercambio de gases y afecta el equilibrio ácido-base de la sangre, ocasionando estrés respiratorio y disminución de la concentración de cloruro de sodio en la sangre, lo que a su vez produce desequilibrios osmóticos.

Los valores más adecuados están entre 6.5-8.5, sin embargo, es recomendable mantener un pH de 7 que se considera neutro y ventajoso para el estado de salud de los peces de acuerdo con Narváez (2013).

2.9.6. Amonio (NH_4)

Según Ontañón y Martínez, (1995) el amonio es una sustancia química presente en el agua que proviene del metabolismo de las proteínas, las cuales son el principal componente del alimento balanceado para los peces. Cuando los peces digieren y metabolizan las proteínas, el producto final de este proceso es el amoniaco, el cual se excreta en forma de desecho a través de las heces, la orina y las branquias durante la respiración.

Los peces se consideran "amonotélicos" ya que excretan entre el 60 y el 90% del nitrógeno de desecho en forma de amonio a través de las branquias. Además, el amonio también puede generarse a partir de la descomposición de materia orgánica, como la degradación de material vegetal y proteínas de alimentos no consumidos.

La presencia de amonio en el agua, junto con nitritos y nitratos, es un indicador común de la contaminación del agua.

2.9.7. Nitritos

Ontañón y Martínez (1995), el exceso de nitrógeno en el agua es un problema común en los cultivos intensivos y puede estar relacionado con la contaminación agrícola. El nitrógeno se origina tanto de fuentes orgánicas como minerales. La fuente mineral proviene de los fertilizantes utilizados en la agricultura, que contienen compuestos nitrogenados

como abonos nitrogenados. La fuente orgánica se produce por los desechos metabólicos de los peces, como la excreción de amoníaco, urea y otras sustancias nitrogenadas a través de las branquias.

Los nitritos y nitratos son parámetros de vital importancia debido a su alta toxicidad y su capacidad de transformar el amoníaco en nitratos. Su toxicidad está influenciada por la concentración de cloruros, la temperatura y la concentración de oxígeno en el agua. La presencia de nitritos puede causar la enfermedad conocida como "Sangre Café". Se recomienda mantener las concentraciones de nitritos y nitratos por debajo de 0.28 ppm para evitar problemas de toxicidad.

2.10. PROTOCOLO DE PRODUCCIÓN DE LARVA Y ALEVINES DE CACHAMA

El alevinaje de peces de agua dulce es una etapa crucial en la producción acuícola, donde los peces recién nacidos de larva a alevines, son criados y alimentados para su posterior crecimiento. Es importante destacar que la tasa de sobrevivencia en este tipo de cultivo de alevinaje puede ser muy variable y no suele superar el 50%. Esta baja tasa de sobrevivencia puede estar influenciada por diversos factores, tanto internos como externos, pero particularmente el manejo de la primera alimentación, con una oferta continua de alimento, permite disminuir inclusive el canibalismo intraespecífico, monitorear las variables ambientales, manteniendo una buena calidad del agua y optimizar el crecimiento y sanidad de las larvas, alcanzando mejores sobrevivencias, con densidades superiores a aquellas mantenidas en estanques externo (Bocek, 2016).

El protocolo en la primera fase de producción se caracteriza:

2.10.1 Larvicultura

En la larvicultura el inicio de la alimentación es exógena, varía de acuerdo a la especie, para la cachama esta entre 96 y 108 HPE una temperatura promedio de 28 °C. Los tanques empleados para los procesos, antes del llenado son lavados y desinfectados de acuerdo a los protocolos de limpieza. El llenado de los tanques se realiza con agua filtrada y reposada, con una aireación por 24 horas para ayudar a la volatilización de los gases. La siembra de larvas se realiza con densidades de 50 larvas/litro, en la mañana y a partir de las 2 a 3 horas se inicia con los trabajos posteriores (Prieto-Atencio, 2008).

2.10.2. Alevinaje

Luego del manejo de la primera alimentación, en un medio controlado libre de predadores, las post-larvas son sembradas en estanques en tierra debidamente preparado (secado, desmalezado, encalado, abonado, llenado y fertilizado) para estimular la producción natural de alimento, a densidades de 150 - 300 post-larvas/m² para cachama y bocachico y 50 - 150 post-larvas/m² para dorada (Prieto-Atencio, 2008).



Figura 2: Alevines de cachama (*Piaractus brachypomus*) en ACUATILSA

Fuente: Foto tomada en el laboratorio ACUATILSA, 2023

2.10.2.1 Preparación de estanque

La siembra de las larvas se realiza en horas de la mañana, para ello se aclimatan con la temperatura del agua del estanque.

- Soltar la bolsa dentro del estanque y adicionar agua del estanque a la bolsa hasta que las temperaturas (estanque y bolsa) sean muy similares y la diferencia no sea mayor de 3°C, en este momento se debe liberar las larvas lentamente al agua del estanque.
- El estanque debe ser llenado con filtros de 420 micras adecuados y debe tener como mínimo el 50% del volumen de su capacidad.
- La alimentación se complementa con alimento de peces del 34% de proteína bruta molido y tamizado al tamaño de la abertura bucal de la larva.
- La ración se ajusta de acuerdo a la información de la tabla 7 y se suministra en dos

raciones, en la mañana de 9:00 a 10:00 AM y en la tarde de 4:00 a 5:00 PM

- El alimentador debe esparcir el alimento a todo lo largo del estanque teniendo en cuenta la dirección de los vientos.
- Semanalmente se observa la coloración del agua con la finalidad de evaluar la necesidad de fertilizar el estanque, de ser necesario se aplican abonos inorgánicos (triple quince) previamente diluidos en agua a razón de 20 kg/ha.
- Semanalmente se efectúa el monitoreo de los parámetros físico-químicos como temperatura, oxígeno disuelto, pH, alcalinidad, dureza y compuestos nitrogenados.
- El alevinaje tiene una duración de 3 a 4 semanas posteriores a la siembra de larvas, tiempo en el cual se deben capturar alevinos con una talla promedio de una pulgada de longitud total.
- La información resultante de esta fase es registrada en la tabla de siembra de larvas.
- A partir de la segunda semana se le coloca agua al estanque con el propósito que los alevinos se acostumbren a llegar al chorro de agua y con ello se facilite su captura.
- Para la cosecha del estanque se baja el nivel de agua cambiando el tubo de drenaje por uno más pequeño, el cual debe contener un filtro apropiado que impida la fuga de alevinos y en las primeras horas de la mañana se inicia la cosecha realizando arrastre con una malla apropiada y al final se dispone la malla alrededor del tubo (trampa).
- Los alevinos capturados son transportados en tanques plásticos de 60 litros en un motocarro desde el estanque hasta los tanques circulares para su posterior manejo, el agua de transporte debe tener sal y el volumen de alevinos por tanque no debe superar los 10 kg.
- Las personas encargadas de la pesca y el transporte de los alevinos deben utilizar la dotación específica, como medida de bioseguridad y protección de su salud. (Prieto, Atencio, 2008).

CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La presente investigación se llevó a cabo en la provincia de Pastaza, cantón Pastaza, parroquia Veracruz, sector El Talín dentro de la finca ACUATILSA como se puede observar en la Figura 3 que se encuentra a 525 m.s.n.m con una temperatura que oscila entre 22 a 32°C y una humedad relativa del 75% con un clima cálido – húmedo tropical según los datos del PDOT DE PASTAZA (2019).

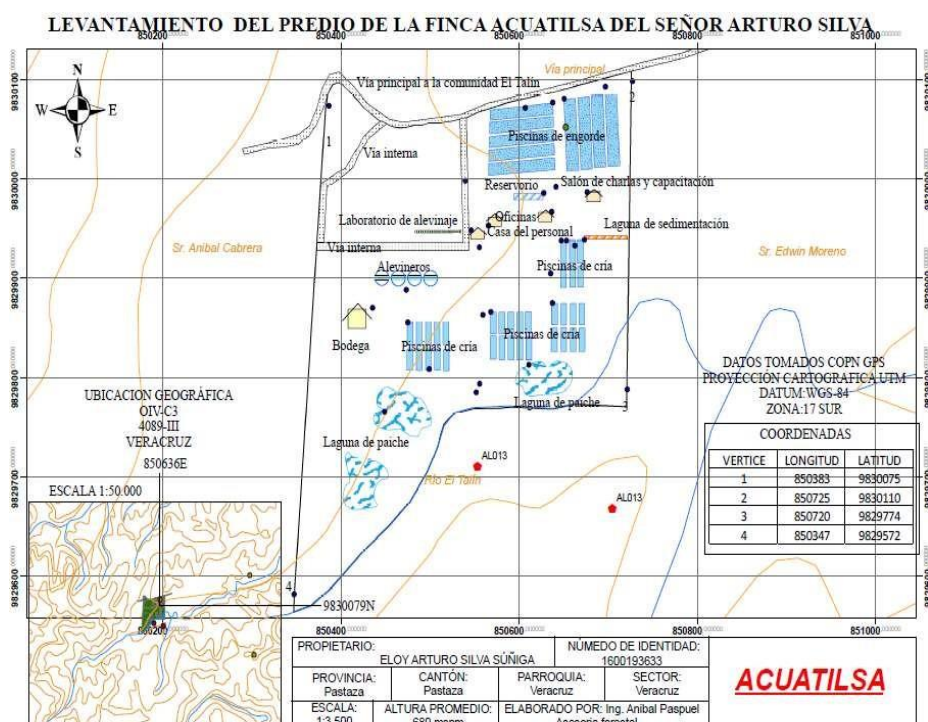


Figura 3. Localización del área experimental “ACUATILSA”

Fuente: (Plan de manejo ambiental del zocriadero de producción y comercialización de paiche, 2022)

La Estación Piscícola ACUATILSA cuenta con una extensión de 28 ha aproximadamente destinadas a diferentes áreas de producción agrícola y piscícola según el requerimiento dentro del que se divide en varias áreas como se observa en la Figura 4: para este estudio específico se llevó a cabo en el laboratorio donde se instalaron 12 tanques revestidos de geomembrana de una capacidad de 50 L cada uno, con su respectivo sistema de aeración para mantener los niveles óptimos del contenido de oxígeno disuelto requerido para esta fase y un termostato con la finalidad de conservar la temperatura recomendada sin variabilidad que pueda alterar el desempeño de las postlarva.



Figura 4. Localización del área experimental “ACUATILSA”
Fuente: Foto tomada en el laboratorio ACUATILSA, 2023

3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación fue experimental, donde se evaluó el efecto de cuatro dietas en los indicadores de crecimiento y los parámetros físicos químicos en la fase larvaria de las cachamas.

3.3 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Se aplicó el método experimental cuantitativo, donde se evaluó el efecto de las dietas y los parámetros físicos-químicos.

3.3.1. Población y muestra

Para este estudio se basa en el cultivo de peces con cuatro dietas de alimentación; con una población total de 30 000 peces *P. brachypomus* las cuales se distribuyeron de la siguiente forma como se muestra en la Tabla 3:

- En tanques con cuatro grupos: T1 (Espirulina), T2 (Alimento Balanceado), T3 (*Artemia salina*) y T0 (Zooplancton); con tres repeticiones por tratamiento trabajando con una población de 2 500 peces en cada uno. Para el análisis inicial se tomó el 2% de muestra de la población total.
- Los mismos tanques fueron repetidos 3 veces en total con sus tratamientos al azar.

Tabla 3. Codificación de tratamientos de acuerdo al tipo de alimentación

Numero	Símbolo	Alimentación
1	T0	Zooplancton
2	T1	Espirulina
3	T2	A. Balanceado
4	T3	<i>Artemia salina</i>

3.3.2. Procesamiento estadístico

Las variables de respuesta en la evaluación de la especie *Piaractus brachypomus* fueron:

3.3.2.1. Operacionalización de variables

Peso de la postlarva

Para obtener el peso inicial (mg) de la postlarva de *P. brachypomus* se procede al pesaje unitario de las postlarvas colocándoles previamente en papel absorbente para evitar que el peso del agua interfiera en el peso real de los animales en estudio y posterior se colocaron en la balanza analítica.

Tasa de crecimiento absoluto = (Peso final – Peso inicial) / tiempo

Las fórmulas utilizadas en los parámetros de crecimiento fueron descritas por Hopkins, (1992) donde se indica que: la tasa de crecimiento absoluto de las postlarvas de *P. brachypomus* del cambio en su peso durante el período de tiempo que dura la investigación.

Donde:

- Peso final es el valor del peso al final del período de tiempo.
- Peso inicial es el valor del peso al inicio del período de tiempo.
- Tiempo es la duración del período de tiempo en el que se produjo el cambio de peso

Tasa de crecimiento específico por el peso (%/día⁻¹) = ((Ln (Peso final) – Ln (Peso inicial)) / tiempo x 100

La fórmula es utilizada para calcular la tasa de crecimiento específico por el peso de las postlarvas de *Piaractus brachypomus* del cambio porcentual en su peso durante el período de tiempo que dura la investigación.

Donde:

Ln(Peso final) es el logaritmo natural del peso al final del período de tiempo.

Ln(Peso inicial) es el logaritmo natural del peso al inicio del período de tiempo.

tiempo es la duración del período de tiempo en el que se produjo el cambio de peso.

3.3.2.2. Talla de la postlarva

Obtenido el peso y registrado se procede a la medición para obtener la talla (mm) utilizando un micrómetro digital que de igual manera obtenemos las tallas y promediamos la longitud de cada tratamiento.

Tasa de crecimiento específico por la longitud (%/día⁻¹) = ((Ln (Talla final) – Ln (Talla inicial)) / tiempo x 100

La fórmula es utilizada para calcular la tasa de crecimiento específico por la longitud de las postlarvas de *P. brachypomus* en función del cambio porcentual en su longitud durante el período de tiempo que dura la investigación (Hopkins, 1992).

Donde:

Ln (Talla final) es el logaritmo natural de la longitud al final del período de tiempo.

Ln (Talla inicial) es el logaritmo natural de la longitud al inicio del período de tiempo.

tiempo es la duración del período de tiempo en el que se produjo el cambio de longitud.

% de mortalidad

Para calcular el porcentaje de mortalidad, se necesita conocer el número total de individuos que murieron y el número inicial de individuos de las postlarvas de *Piaractus brachypomus*, (Rodríguez, Diagnora, Martínez, & Osorio, 2016).

Donde:

Porcentaje de mortalidad = (Número total de individuos que murieron / Número inicial de individuos) * 100

Tasa de sobrevivencia %

Para calcular la tasa de sobrevivencia %, se tuvo en cuenta la formula expresada por Cruz et al., (2010), en la cual se necesita conocer la población inicial de individuos y el número

final de individuos sobrevivientes de las postlarvas de *P. brachypomus*.

Donde:

Porcentaje de mortalidad = (Número final de individuos sobrevivientes / Población inicial de individuos) * 100

3.3.2.3. Parámetros físico químicos

En el estudio de las variables físico-químicas del agua, se llevó a cabo un monitoreo diario planificado utilizando un Multiparámetro. El objetivo era obtener los promedios de oxígeno disuelto, temperatura, pH y amonio en cada tratamiento. Este enfoque sistemático permitió recopilar datos precisos y relevantes para evaluar la calidad del agua (Brú, Pertúz, Ayazo, Atencio, & Pardo, 2017).

3.4. TRATAMIENTO DE DATOS

Durante la investigación se caracterizó el experimento como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. Caracterización del experimento en campo

CARACTERISTICAS DEL ENSAYO	
Número de tratamientos	4
Número de repeticiones	12
Número de peces por repetición	2500
Número de peces evaluadas	50
Número de peces en ensayo	30000
Área por tanque, L	50
Área total del ensayo, l	600

3.4.1. Fase inicial

Luego de una reproducción exitosa de *Piaractus brachypomus* con un alto porcentaje de fecundación se procede a la fase de incubación en las incubadoras de flujo ascendente tipo warovich de 200 L, por un periodo de 24 a 48 horas para obtener las larvas de la especie en estudio hasta la reabsorción del saco vitelino y la conformación del sistema digestivo para poder iniciar el estudio en la etapa de postlarva que fueron reproducidas en el mismo laboratorio de Acuatisla en la provincia Pastaza, en la parroquia Veracruz, sector el Talín.

3.4.2. Preparación de los tanques

Para albergar a la postlarva de *P. brachypomus* se construyó 12 armazones de madera los cuales fueron revestidos por geomembrana hdp de 500 micra de uso acuícola distribuidos como se muestra en la Figura 5.

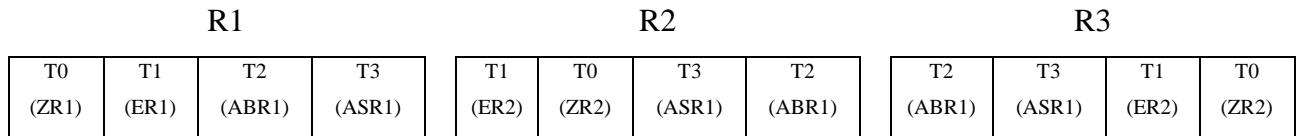


Figura 5. Esquema de representación del ensayo

Significado de las siglas:

T0 (ZR1): Tratamiento 0; Zooplancton, Repetición 1

T1 (ER1): Tratamiento 1; Espirulina, Repetición 1

T2 (ABR1): Tratamiento 2; Alimento Balanceado, Repetición 1

T3 (ASR1): Tratamiento 3; *Artemia Salina*, Repetición 1

T1 (ER1): Tratamiento 1; Espirulina, Repetición 1

T0 (ZR1): Tratamiento 0; Zooplancton, Repetición 1

T3 (ASR1): Tratamiento 3; *Artemia Salina*, Repetición 1

T2 (ABR1): Tratamiento 2; Alimento Balanceado, Repetición 1

T2 (ABR1): Tratamiento 2; Alimento Balanceado, Repetición 1

T3 (ASR1): Tratamiento 3; *Artemia Salina*, Repetición 1

T1 (ER1): Tratamiento 1; Espirulina, Repetición 1

T0 (ZR1): Tratamiento 0; Zooplancton, Repetición 1

3.4.3. Limpieza

Para evitar cualquier tipo de riesgo que afecte el buen desarrollo de la postlarva de *Piaractus brachypomus* se procedió a limpiar exhaustivamente tanque por tanque para evitar que desperdicios u otros materiales externos pudieran encontrarse dentro de los mismo.

3.4.4. Instalación

A pesar de establecer el ensayo dentro del laboratorio donde existe un geo ambiente se colocó un termostato en cada tanque con la finalidad de mantener temperaturas estables y

controladas, tomándose en consideración que la temperatura óptima para manejar postlarva es de $28^{\circ}\text{C} \pm 1$. Dentro de los parámetros de manejo se considera los niveles de oxígeno óptimos de $7,5 \pm 1$ mg/L para garantizar estos niveles de oxígeno disuelto adecuados se instaló un sistema de oxigenación individual abastecida por un blower de uso continuo.

3.4.5. Llenado de los tanques

Previo al estudio se procede a su comprobación de funcionamiento por el lapso de 24 horas con un total de 50 L por tanque. Comprobados los tanques son vaciados y vueltos a llenar para iniciar los tratamientos planificados para el estudio.

3.4.6. Nivelación de parámetros

Previo a la siembra de la postlarva de *Piaractus brachypomus* se procede a medir el parámetro físico químicos del agua tanque por tanque obteniendo las siguientes lecturas pH estaba en rangos elevados para el manejo de la postlarva; se procede a su nivelación utilizando ácido cítrico.

Tómese en consideración que el pH óptimo para el manejo de postlarva es de 6,8, razón por la que se procede a nivelar con ácido cítrico a razón de 1gr por tanque, pasado una hora se volvió a medir y sus lecturas estaban en el rango de 6,8 a 7,1.

3.4.7. Siembra de postlarva de *Piaractus brachypomus*

Comprobado que todo el sistema está en perfecto funcionamiento se procede a la siembra en cada tanque para su tratamiento. El proceso de contabilización de postlarvas se realiza exhaustivamente con el apoyo de 6 personas, estas postlarvas son capturadas de la incubadora para ser transferidas a los tanques, obtenido los siguientes datos:

Numero de larvas: 50

Peso (mg): Una vez sembradas se tomó una muestra de cada uno de los tanques del 2% los cuales fueron colocados en papel absorbente para eliminar en exceso de agua y poder obtener correctamente los datos al ser colocadas de una en una en la balanza analítica.

Talla (mm): Luego de efectuado el proceso de pesaje inmediatamente fueron colocado en otra área de la mesa y medidas con el micrómetro digital.

3.4.8. Alimentación

Se alimentó cada 2 horas *ad libitum* a las postlarvas de *P. brachypomus* según el tratamiento asignado tomando en consideración que el consumo de alimento de las

postlarvas de cachama aproximadamente del 20 al 30% de su peso corporal en alimento diario.

T0: con un paño de larvicultura de 300 micras se cosecha el zooplancton del estanque de tierra asignado para producción de estos microorganismos y se coloca en una tina plástica para ser trasladado hasta el laboratorio, se realizan varios procesos de limpieza con la finalidad de obtener un zooplancton libre de impurezas y otros insectos que puedan afectar a la sobrevivencia de las postlarvas. Obtenido este producto se raciona de una forma adecuada y suficiente a los tanques de tratamiento.

T1: el proceso de suministro de espirulina es el siguiente: se pesa y se coloca en un vaso de precipitación con 200 ml de agua y se agita vigorosamente la espirulina para que disuelva y se suministra a los tratamientos

2mg por tratamiento

T2: el alimento balanceado se tamiza y se disuelve en agua al igual proceso que la espirulina agita con la finalidad de homogenizar la disolución y luego se procedió a suministrar al tratamiento.

T3: del embudo eclosionario de *Artemia salina* se toma 100 ml de agua y *Artemia* acto seguido de cola en tamiz de 200 micras para obtener artemia limpia, se enjuaga con agua limpia para quitar la sal de las muestras, se pesa para ser suministrada.

3.4.9. Recambio de agua

En todos los tratamientos se procedió a realizar un recambio del 20% diario colocando un tambor de extracción de agua aplicando la técnica de sifoneo con la finalidad de retirar los desechos tóxicos de los peces (heces o alimento no consumido) mismo que se realizaba con una manguera de media pulgada para no lastimar ni interferir con los peces, para finalmente compensar el volumen y mantener los parámetros físico químicos del agua.

3.4.10. Evaluación de los parámetros físicos-químicos

La evaluación de los parámetros fisicoquímicos del agua se registró cuatro veces en el día: 6h00, 12h00, 18h00 y 24h00.

3.4.10.1. Temperatura

- Se utilizó un termómetro de marca Hanna para medir la temperatura °C de cada uno de

los tanques.

- Se procedió a colocar el termómetro a una profundidad de 10-15cm, posterior a eso se esperó un minuto y se retiró del agua obteniendo como resultado la lectura de la temperatura.

3.4.10.2. Oxígeno

Se utilizó un oxigenómetro de la marca Hanna para medir el oxígeno disuelto, siendo la unidad de medida mg/L (miligramo por litro).

- Se procedió a sumergir la sonda del oxigenómetro a un promedio de 15 cm de profundidad para medir el oxígeno disuelto, posterior a eso se esperó unos minutos para observar los resultados en la pantalla.

3.4.10.3. pH

- Se utilizó un peachímetro de marca Hanna para medir el pH del agua con una escala de 0 a 14.
- Se procedió a introducir el sensor del potenciómetro por unos minutos para obtener su lectura del pH dando resultados que se detalla en anexos.

3.4.10.4. Amonio, nitrito y CO₂

- Se utilizó un multiparámetro digital de la marca Hanna, para ello se introdujo la sonda a 15 cm durante 3 minutos aproximadamente en el cual se pudo tener las lecturas de control los parámetros químicos de amonio, nitritos y CO₂.

3.4.11. Mortalidad

El registro de mortalidad es verificado y registrado diariamente en el que se retira los animales muertos de cada tratamiento y se procedió a su cuantificación, durante las 72 horas que duró la investigación, de la misma manera el porcentaje de supervivencia final se obtuvo en basándose en la diferencia del número de peces vivos y muertos.

$$\text{MORTALIDAD} = \left[\frac{\text{Número de peces muertos}}{\text{Nº inicial de peces vivos}} \right] \times 100$$

3.4.12. Toma de datos final

Una vez concluido los tratamientos de las postlarvas de *Piaractus brachypomus* se procede a su tabulación del peso, talla y supervivencia de los alevines utilizando la técnica propuesta en el perfil de investigación.

3.5 PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE DATOS

Al finalizar la investigación las postlarvas de *Piaractus brachypomus* se pesaron en una balanza analítica, con capacidad de 0,00001 g y se midieron con un micrómetro digital con unidad mínima de 1 mm. Antes de ser pesadas, se colocaron en papel absorbente, con el fin de retirar el exceso de agua y se contabiliza los animales vivos.

Se procedió a recolectar los datos y posterior a eso se realizó los respectivos cálculos, cumpliendo así con los objetivos propuestos y en relación con las variables de estudio. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y se aplicó la prueba de comparación de medias Tukey para $p < 0.05$, para los indicadores que fueron significativos. Los resultados fueron procesados por el programa estadístico SPSS versión 2021.

CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. INDICADORES DE CRECIMIENTO

Los indicadores de crecimiento permiten evaluar el efecto de la alimentación y manejo en el desarrollo de las postlarvas; de ahí que la Tabla 5, expresa la relación de las dietas con respecto a dichos indicadores. El peso inicial fue superior en el tratamiento 3 con 0,03 mg; 0,05 mg y 0,06 mg con respecto a los tratamientos (T0, T2 y T1) respectivamente, por lo que el T3 difiere significativamente del T1 y T2; a la vez no difiere con el control. Los pesos iniciales de los T1 y T2 no difiere entre ellos, ni con el control. Estas diferencias se incrementaron en el peso final, donde todos los tratamientos difieren entre sí para $p < 0,05$. Se determinó que los mejores valores de ganancia de peso y longitud se obtuvieron, a partir, del alimento vivo (T0 y T3).

Con respecto a las variables de longitud, esta inicialmente no representa diferencias entre los ejemplares medidos; sin embargo, los resultados de la longitud final muestran diferencias entre tratamientos. El T3 (*Artemia salina*) es superior en longitud y no difiere con el control; mientras que T2 (Alimento balanceado) presenta menor tamaño y difiere significativamente con todos los tratamientos; esto puede estar relacionado con el tipo de alimento pues al utilizar alimentos vivos en la crianza, es más fácil por la postlarvas ser identificados en el medio acuático; mientras que, el alimento balanceado se mantiene suspendido en la superficie; lo que dificulta su alimentación.

Con la finalidad de obtener resultados más reales en campo se promueve el estudio de investigación de postlarva de cachama con peso y longitud inicial equivalentes. Una vez concluido el estudio se puede deducir que los mejores parámetros tanto ganancia de peso y talla los obtuvo el T3, seguidamente del T0 por sus características de alimento digerido, que son organismos vivos con altos niveles de proteína y digestibilidad; a diferencia del T1 y T2 que siendo suministrados con la misma frecuencia se obtuvieron resultados con menor ganancia de peso y talla considerando que la digestibilidad del alimento suministrado no se asemeja al alimento vivo suministrado en el T0 y T3.

Con respecto a las variables de longitud, esta inicialmente no representa diferencias entre los ejemplares medidos; sin embargo, los resultados de la longitud final muestran diferencias entre tratamientos. El T3 (*Artemia salina*) es superior en longitud y no difiere

con el control; mientras que T2 (Alimento balanceado) presenta menor tamaño y difiere significativamente con todos los tratamientos.

El zooplancton y *Artemia salina* tienen ventajas comparativas sobre las raciones formuladas debido a su movimiento y coloración vistosa lo que incrementa el instinto de captura semejante al que encuentran en medio natural, partículas pequeñas, textura suave, fácil digestión, gran valor nutricional como mencionan (Covaleda y González, 2005).

Palacios, (2011) evaluó el crecimiento y la sobrevivencia de postlarvas de cachama blanca *Piaractus brachypomus*, coincidiendo con los resultados del tratamiento de *Artemia* sp., aunque este autor no encontró diferencias significativas entre los tratamientos, pero sí una supervivencia del 36,7%.

Tabla 5. Efecto del tratamiento en los indicadores de crecimiento en Postlarva de cachama (Piaractus Brachypomus)

Indicadores	T0 (Control)	T1	T2	T3
Peso inicial, mg	0,38 ^{ab}	0,35 ^a	0,36 ^a	0,41 ^b
Peso final, mg	1,30 ^a	1,15 ^b	0,74 ^c	1,49 ^d
Longitud inicial, mm	4,0	4,08	4,03	4,04
Longitud final, mm	6,84 ^a	6,13 ^b	5,8 ^c	7,12 ^a
Tasa de crecimiento absoluto (g/día)	0,30 ^a	0,27 ^b	0,13 ^c	0,36 ^d
Tasa de crecimiento específico por el peso (%/día ⁻¹)	27,87 ^a	26,79 ^a	19,17 ^b	29,02 ^c
Tasa de crecimiento específico por la longitud (%/día ⁻¹)	18,04 ^a	13,7 ^b	12,33 ^b	18,9 ^a

Letras diferentes indican diferencias para $p < 0,05$, HSD Tukey

La variable tasa de crecimiento absoluto mostró diferencias significativas para $p < 0,05$ entre todos los tratamientos, la diferencia más importante se presentó en el T2 con la dieta de balanceado y el resultado fue consecutivo para las tasas de crecimiento específico para el peso y la longitud, lo que muestra un efecto en el desarrollo de las postlarvas, esto puede estar relacionado con los indicadores nutricionales del balanceado, que pueden estar en el límite inferior de la proteína, aunque no es lo que refleja la ficha de su composición. Aragão, Conceição, Dinis y Fyhn (2004) consideran que la alimentación principal con organismos vivos como *Artemia* sp. y rotíferos, es aún aceptada por su calidad como la mejor estrategia disponible en la larvicultura de muchas especies.

Con respecto a la tasa de crecimiento específico, se obtuvo que los T0 y T3, presentan las mejores tasas de crecimiento específico del peso y de la longitud, por lo que refleja un efecto positivo de estas dietas. No obstante, los tratamientos T0 y T1 en la variable tasa de crecimiento específico por el peso no difieren entre ellos y si con los T2 y T3 y estos a su vez difieren entre ellos para $p < 0,05$. La tasa de crecimiento específico por longitud indica tasas superiores a 18 %/día en T0 y T3 y tasas inferiores a 13% en T1 y T2. Los resultados sugieren una tendencia de mejor comportamiento en la dieta a base de *Artemia salina*, independiente que este tratamiento comenzó entre 0,03 a 0,06 mg más de peso.

De acuerdo a los resultados obtenidos en los indicadores de crecimiento se muestran mejor comportamiento para las postlarvas que se encuentran bajo dietas de alimentos vivos, lo que lógicamente se ve reflejado en el crecimiento, a diferencia de la dieta a base de alimento balanceado y espirulina; lo que confirma que en medio acuático controlado, las postlarvas se comportan de manera semejante al medio natural.

4.2. COMPORTAMIENTO DE PARÁMETROS FÍSICOS QUÍMICOS DEL AGUA

4.2.1. Parámetros físico químicos con relación al tiempo

Los parámetros físico químicos del agua con relación al tiempo permiten evaluar el efecto del pH, temperatura, oxígeno disuelto, CO₂, nitritos y amonio en el desarrollo de las postlarvas a las 6h00, 12h00, 18h00 y 24h00 como se indica en la Tabla 6.

Los indicadores físico químicos como el pH, temperatura y amonio demuestran que en el horario de las 6h00 y 24h00 vs los horarios de 12h00 a y 18h00 para el pH tienen diferencias marcadas en los rangos óptimos para el proceso de levante de postlarva, mientras que para la temperatura en todos los horario 06h00 y 24h00 son similares a diferencia de los horarios de las 12h00 y 18h00, que no difieren significativamente para los rangos óptimos constantes, debido al sistema de oxigenación instalado en los tanques de tratamiento.

En el oxígeno disuelto no se encontró diferencia significativa debido a que se mantuvo oxigenación constante durante los cuatro horarios de mediciones. Como se demuestra en la Tabla 7 para el CO₂ y nitrito en los horarios de las 6h00, 12h00 y 18h00 no existe diferencia significativa, mientras que en el horario de las 24h00 fue superior. Como consecuencia tenemos que el amonio en los horarios de las 6h00 y 24h00 difieren

significativamente con el horario de las 12h00 al igual que el horario de las 18h00, relacionado con el incremento de temperatura, lo que afecta a los parámetros de nitritos y amonio, mostrando una alerta dentro del manejo de la fase de postlarva de cachama.

Park et al., (2011) señalan que cuando la temperatura del agua aumenta, se producen cambios en los indicadores físico-químicos que pueden afectar la fotosíntesis de las microalgas en los cuerpos de agua, lo que genera una leve alteración; que al no ser controlada puede afectar en el desempeño de las postlarvas de *Piaractus brachyomus*, por lo que se afecta la tasa de crecimiento, producción de clorofila, producción de oxígeno y composición de lípidos.

La temperatura del agua puede tener un impacto significativo en el crecimiento y la actividad metabólica de las microalgas, lo que a su vez puede afectar a los organismos que dependen de ellas, como las postlarvas.

Tabla. 6 Comportamiento de indicadores físicos químicos con relación al tiempo de medición en Postlarva de cachama (P. Brachyomus).

Horario	Parámetros físicos de los estanques					
	Ph	Temperatura, °C	Oxígeno, p.p.m	CO ₂	Nitrito, mg/l	Amonio, mg/l
6h00	6,76 ^a	26,39 ^a	6,79 ^{ns}	14,36 ^a	0,302 ^b	0,0186 ^a
12h00	7,09 ^b	26,92 ^b	6,71 ^{ns}	14,80 ^a	0,318 ^a	0,0244 ^{bc}
18h00	7,09 ^b	26,53 ^c	6,77 ^{ns}	14,41 ^a	0,305 ^b	0,0258 ^c
24h00	6,78 ^a	26,39 ^a	6,66 ^{ns}	12,97 ^b	0,271 ^b	0,0214 ^{ab}

Letras diferentes indican diferencias para $p < 0,05$, HSD Tukey

4.2.1. Parámetros físico químicos con relación a los tratamientos

El comportamiento de los parámetros físico químicos con relación a los tratamientos T0: Zooplancton, T1: *Espirulina*, T2: Alimento balanceado y T3: *Artemia salina* como se expresan en la Tabla 7.

Para los parámetros físico químicos como el pH se observa mayor estabilidad en el T0: Zooplancton y T3: *Artemia salina*, pero si existe diferencia significativa para T1: *Espirulina* y de igual forma T2: Alimento balanceado. Sin embargo, el pH oscilo entre 6,74 y 6,23; que estuvo dentro del rango de confort se observa un ligero incremento en el T2.

Las variables temperatura, oxígeno disuelto, CO₂ no muestran diferencias significativas entre los tratamientos, no obstante, el oxígeno disuelto fue superior al parámetro normal

debido a que la oxigenación en los tanques fue constante facilitando un buen desarrollo de postlarva. El amonio difirió en los tratamientos T0, T1 con respecto a los T2 y T3 respectivamente. El T0 fue el único tratamiento que se mantuvo dentro de los parámetros del amonio, en el resto de los tratamientos se observó una modificación en la cantidad de amonio, siendo más significativa en el tratamiento T2 y T3, por lo que demuestra un deterioro en la calidad de agua.

Con respecto al nitrito el T3 fue mayor y difirió significativamente con el resto de los tratamientos; similar comportamiento mostró el T0 con la menor medición; solamente el tratamiento T1 se mantuvo en el parámetro normal; el mayor cambio se observó en el tratamiento T2 con 0,38 mg/L, lo que reafirma el deterioro de la calidad de agua. Estos cambios en la composición del nitrito y amonio en los tanques pueden estar relacionados con el incremento de la sedimentación al trabajar con una alimentación *ad libitum*.

Por su parte, el pH indicó diferencias significativas para $p < 0.05$, en el T2 al acercarse a la alcalinidad y difiriendo de todos los tratamientos, y entre el T0 y T3 no hubo diferencias significativas, así como entre el T1 y T3.

Los indicadores de pH, nitrito y Amonio fueron variables entre tratamientos, aunque el T2 mostró los peores indicadores. El tratamiento T2 (Alimento balanceado) registró un efecto negativo sobre la concentración de amonio y nitritos por ser superior a lo óptimo convirtiéndose en tóxico. Chaverra, García, & Pardo, (2017) indican que los rangos de confort de los parámetros físico químicos para la especie son: pH $6,5 \pm 1$, temperatura $26 \pm 1,2^\circ \text{C}$, oxígeno disuelto 5 ppm, nitritos $< 0,28 \text{ ppm}$, amonio $< 0,02 \text{ ppm}$., como se demuestran en los tratamientos T0, T1 y T3 para el nitrito y T0 para el amonio.

Tabla 7. Comportamiento de indicadores físicos químicos con relación a los tratamientos, en Postlarva de cachama (Piaractus brachypomus)

Tratamientos	Parámetros físicos de los estanques					
	Ph	Temperatura, °C	Oxígeno, p.p.m	CO2	Nitrito, mg/l	Amonio, mg/l
T0	6,74 ^a	26,56 ^{ns}	6,61 ^{ns}	14,05 ^{ns}	0,25 ^a	0,200 ^a
T1	6,89 ^b	26,60 ^{ns}	6,77 ^{ns}	14,16 ^{ns}	0,28 ^b	0,208 ^a
T2	7,23 ^c	26,53 ^{ns}	6,76 ^{ns}	14,22 ^{ns}	0,38 ^c	0,258 ^b
T3	6,87 ^{ab}	26,54 ^{ns}	6,78 ^{ns}	14,11 ^{ns}	0,27 ^{ab}	0,236 ^{ab}

Letras diferentes indican diferencias para $p < 0,05$, HSD Tukey

4.3. MORTALIDAD

La mortalidad es un parámetro importante para evaluar la salud y el éxito de los cultivos de cachama, así como para identificar posibles problemas o desafíos en la acuicultura.

El porcentaje de mortalidad (Figura 6) en los diferentes tratamientos de investigación indican que la supervivencia de estos peces se ve influenciada por varios factores como la variación de parámetros físico químicos, alimentación, y manipulación de los mismos.

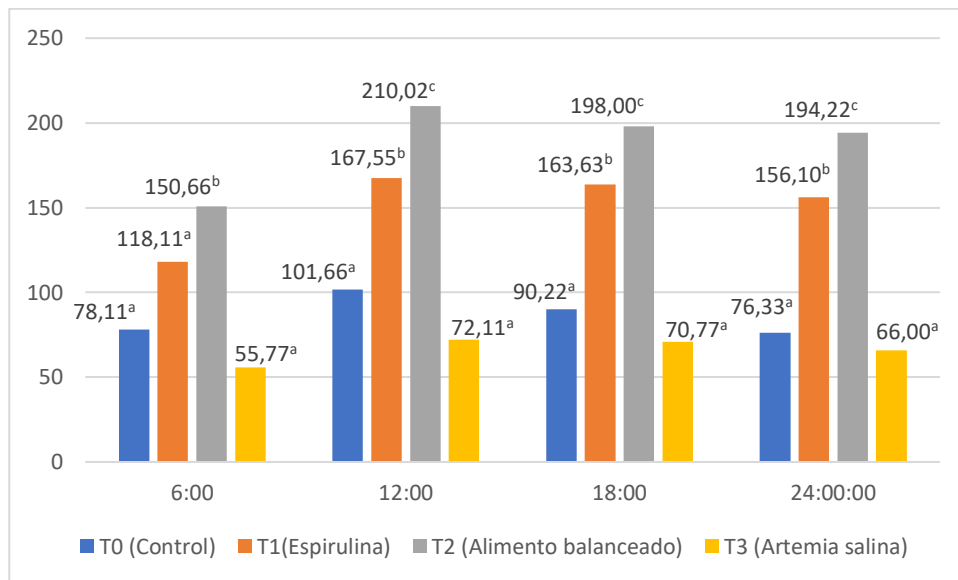


Figura 6. Porcentaje de mortalidad en el tiempo y por el tratamiento.

En la variable mortalidad la diferencia entre tratamientos es altamente significativa. Para el T3: *Artemia salina* en los horarios de las 6h00, 12h00, 18h00, 24:00, ocurre una mínima mortalidad, siendo el de mejor desempeño conseguido y no muestra diferencias significativas. Con respecto a los tratamientos y el horario este difiere a las 6h00 con T2; a las 12h00, 18h00 y 24h00 difiere significativamente con T1 y T2.

Para T2 (*Alimento balanceado*) ocurre la mayor mortalidad, siendo superior en los horarios 12h00, 18h00 y 24h00, a la vez este tratamiento difiere con todos los tratamientos en cada uno de los horarios.

El T1 (*Espirulina*) no presenta diferencias significativas entre los horarios 24h00, pero con respecto a los tratamientos este difiere a las 6h00 con T2, en los horarios 12h00, 18h00 y 24h00 difiere con todos los tratamientos para $p < 0,05$. El tratamiento que mayor porcentaje

de mortalidad mostró es el T2 seguido del T1 demostrando que en esta etapa es necesario contar con alimento vivo. Otra explicación para este resultado es que durante los primeros días de alimentación exógena a las postlarvas se les facilita la captura de organismos de menor tamaño que su boca y que su movilidad sea moderada de acuerdo al nado que estas realizan.

Además, Centeno et al. (2004) señalan que, los peces tanto en condiciones naturales como en cautiverio son susceptibles al ataque de virus, bacterias, hongos y parásitos. En condiciones normales, ciertos organismos están naturalmente presentes en el agua sin causar problemas graves de mortalidad. Sin embargo, cuando se crían peces con alta densidad la calidad del agua se ve afectada, las defensas naturales de los peces disminuyen, lo que permite, que organismos atacantes invadan en gran cantidad al hospedero. Estos organismos actúan como patógenos y pueden causar altas tasas de mortalidad.

4.4. SOBREVIVENCIA

En el análisis de la tasa de sobrevivencia dentro de la Figura 7 se puede observar que el menor porcentaje demuestra el tratamiento T2: Alimento balanceado con 17,94% vs a los demás tratamientos, en el tratamiento T1: *Espirulina* con 41,72% hubo una mejor sobrevivencia en relación al T2. Pero los mejores resultados se demostraron en los tratamientos T0: Zooplancton con 60,39% y T3: *Artemia salina* con 68,56%.

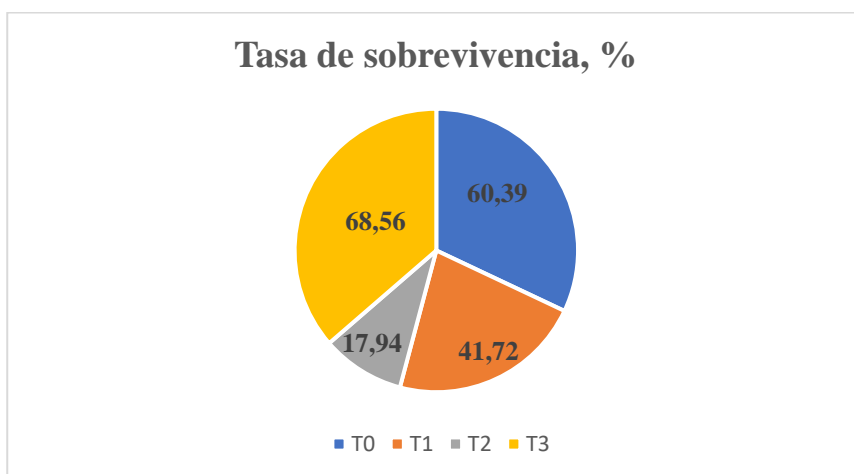


Figura 7. Tasa de sobrevivencia en Postlarva de cachama (*Piaractus Brachypomus*) en diferentes tratamientos.

Los datos de sobrevivencia obtenidos en postlarvas de *P. brachypomus* son similares a los

encontrados por David et al., (2011), que señalan diferencias estadísticas significativas al evaluar como primera alimentación zooplancton, nauplios de *Artemia salina*, espirulina y concentrado al 45% de proteína mientras que Acosta et al., (2010), demuestran que existen diferencias significativas en la sobrevivencia de postlarvas de *Brycon melanopterus*, al ser alimentadas con nauplios de *Artemia salina*, alimento concentrado al 32% de proteína y *Espirulina*, concluyendo que los mejores tratamientos corresponden a nauplios de *Artemia salina* coincidiendo con los resultados de esta investigación.

A pesar de ofrecer una alimentación *ad libitum* a la postlarva de *P. brachipomus* considerando la biomasa total de cada uno de los tratamientos, al tener presente la frecuencia de alimentación tenemos los mejores resultados T0: Zooplacton y T3: *Artemia salina* de las postlarvas de *Piaractus brachypomus*, debido a la facilidad de digestibilidad que posee el zooplancton y los nauplios de *Artemia* como menciona Prieto y Atencio, (2008), también hacen referencia a la importancia de garantizar lo suficiente para permitir a las postlarvas una digestión adecuada del alimento y otras de las situaciones presentadas en el estudio es que al suministrar zooplacton y nauplios de *Artemia salina* es que no altera la química del agua además se debería pensar en contar con otra forma de alimentación constate para evitar que existieran lapsos de tiempo en los que las postlarvas no dispongan alimento, (Portella et al., 2000).

4.5. Protocolo de manejo de la postlarva de cachama blanca

La obtención de la cachama para su comercialización depende en gran medida de los protocolos de manejo que el productor ejecute, sin duda, en la amazonía ecuatoriana se ha experimentado en la finca ACUATILSA el protocolo que se describe a continuación y que ha sido confirmado por esta investigación.

4.5.1 Larvicultura

Uno de los puntos críticos en el ciclo de producción de peces, es sin duda, la fase de larvicultura, la cual requiere de alimentos externos apropiados tanto cuantitativa como cualitativa. La alimentación, nutrición y calidad del agua son consideradas como los principales factores a tener en cuenta en esta fase (Prieto-Atencio 2008).

El inicio de la alimentación exógena generalmente ocurre entre las 96 y 108 horas después de la eclosión (HPE), siempre y cuando la temperatura promedio del agua se mantenga alrededor de los 28 °C, pudiendo aumentar o disminuir las horas grado de eclosión. Luego

de la eclosión hay dos etapas durante la larvicultura; el primero marca el cambio de la alimentación endógena (reservas del saco vitelino) a la alimentación con dietas externas hasta llegar a la etapa de alevinaje.

4.5.1.1. Postlarva

1.-Preparación del alimento:

Existen varios protocolos de preparación de alimento vivo con diferentes microorganismos para suministrarse a la postlarva de cachama de los cuales se ha escogido dos protocolos a implementarse en el levante como tratamientos que han tenido mejor desempeño en la investigación:

- Cultivo de artemia: Establece un cultivo de artemia en un recipiente adecuado. Puedes utilizar un tanque o contenedor con agua salada y una fuente de aireación. Sigue las instrucciones de cultivo de artemia para asegurarte de mantener las condiciones adecuadas de temperatura, salinidad y alimentación. Los huevos de artemia eclosionarán y se convertirán en nauplios, que son la etapa de artemia utilizada como alimento vivo.
- Colecta de zooplancton: para la producción de zooplancton se establece un protocolo de preparación previa correspondiente a 6 días previos con fertilizaciones químicas y orgánicas que promueven el incremento masivo de alimento vivo. Trascurrido los 6 días se procede a la recolección con mallas finas de 300 micras o mediante un chinchoro recolector de zooplancton, este procedimiento se realiza todos los días durante el tiempo que conlleva el levante de la postlarva.
- Se debe asegurar de identificar las especies de zooplancton recolectadas y asegurarte de que sean seguras y adecuadas para alimentar a las postlarvas de cachama blanca. Lavar cuidadosamente el zooplancton recolectado para eliminar cualquier residuo o impureza antes de mezclarlo con los nauplios de artemia.

Asegúrate de alimentar a las postlarvas con este alimento fresco y vivo, proporcionándoles de cantidades adecuadas según su tamaño y etapa de desarrollo. Observa su respuesta y ajusta la cantidad de alimento según sea necesario.

2.- Preparación del tanque:

La fuente de agua que abastece debe cumplir con las especificaciones óptimas para el manejo de la especie con el objetivo de obtener los mejores resultados de la postlarva de

Piaractus brachypomus. Limpieza y desinfección de los tanques antes de la siembra de las postlarvas. Para cual se requiere realizar lo siguiente:

- Comprobación de fugas
- Instalación del sistema de oxigenación
- Instalación de termostatos
- Limpieza de tanques
- Pruebas de llenado
- Llenado de agua

3.- Preparación de las postlarvas:

Una transcurrido las 96 a 108 horas de eclosión y comprobado la reabsorción del saco vitelino la postlarva desarrolla su sistema digestivo se procede a la captura y cuantificación de la postlarva para continuar con los tratamientos específicos en los tanques asignados.

-Siembra: para esta fase debe cumplirse con los procedimientos que a continuación se detalla: pesaje, medición, cuantificación y aclimatación.

- Determinación de la densidad de siembra: para este procedimiento se cuantifico la superficie del tanque en tratamiento, una vez determinada la superficie se calcula el numero de postlarvas que se colocaran en cada tanque tratamiento a razón de 50 postlarvas/L. Establece la densidad de siembra de acuerdo a las recomendaciones técnicas y las condiciones específicas de tu operación. Esto dependerá del tamaño de las postlarvas y del objetivo de producción.

- Distribución de las postlarvas: determinado el número de postlarvas que son ubicadas en cada tanque se procede a la distribución uniforme en volumen. Es importante sembrar la cantidad correcta de postlarva con la finalidad de darles espacio y alimento suficiente para el buen desarrollo garantizando el confort de la especie.

4.- Monitoreo del agua y alimentación:

Mantén una oferta continua de alimento para las postlarvas, dividiendo las raciones diarias en varias tomas para evitar el desperdicio de alimento.

- Calidad del agua: Monitorea regularmente los parámetros del agua, como la temperatura, el pH, el oxígeno disuelto y los niveles de amoníaco y nitritos. Estos parámetros deben mantenerse dentro de los rangos óptimos para el desarrollo saludable de las postlarvas de cachama.

- Temperatura del agua: Mantén una temperatura del agua adecuada y estable. Para las postlarvas de cachama blanca, la temperatura óptima suele estar alrededor de los 28 °C. Asegúrate de contar con sistemas de calentamiento si es necesario.
- Alimentación: Suministra un alimento de calidad específicamente formulado para las postlarvas de cachama. Utiliza alimento vivo que sea adecuados para su tamaño y etapa de desarrollo.
- Ofrece raciones de alimento frecuentes y en cantidades adecuadas para evitar el desperdicio.
- Observa el comportamiento alimentario de las postlarvas y ajusta la cantidad y frecuencia de alimentación en función de su apetito y consumo. No sobrealimentes, ya que esto puede afectar la calidad del agua.
- Control de la calidad del alimento: Verifica la calidad del alimento utilizado.
- Realiza una inspección visual regular del alimento para detectar posibles afecciones
- Registro y seguimiento: Lleva un registro detallado de la cantidad de alimento suministrado, el consumo de alimento por parte de las postlarvas y los parámetros del agua. Esto te permitirá evaluar el crecimiento y la salud de las postlarvas y realizar ajustes necesarios.

5.- Control de la temperatura

Asegúrate de que la temperatura del agua se mantenga en el rango óptimo para el crecimiento de la cachama blanca.

Utiliza métodos de calefacción si es necesario para mantener la temperatura adecuada, caso contrario puede causar estrés en el animal afectando el desempeño zootécnico y posterior la muerte.

6.-Control de depredadores y enfermedades

Implementa medidas de control para evitar la entrada de depredadores en el tanque.

En el caso que el alimento primario se *Artemia salina* asegurar una previa limpieza de los cistos no eclosionado y el correcto lavado de la sal para evitar una muerte total del lote, pero si es zooplancton asegurar la debida limpieza para evitar que depredadores e impurezas ingresen a los tanques.

7.- Desinfección constante de los materiales utilizados

Uso exclusivo de materiales en el levante de postlarva.

Monitoreo regular de la salud de las postlarvas y toma medidas inmediatas ante cualquier signo de enfermedad.

8.- Cosecha

- Preparación del equipo: Asegúrate de contar con el equipo necesario para la cosecha, como redes de pesca, recipientes para transporte y equipos de manejo adecuados.

- Inspección y selección: Realiza una inspección visual de los estanques o recipientes de cría para identificar y seleccionar las postlarvas que alcanzaron el tamaño y peso deseado.

Puedes utilizar una red de pesca fina para atrapar y separar las postlarvas.

- Captura de postlarvas: Con cuidado, utiliza la red de pesca para capturar las postlarvas seleccionadas. Procura evitar cualquier daño o estrés durante este proceso.

- Traslado y acondicionamiento: Transfiere las postlarvas capturadas a recipientes adecuados para su transporte, como bolsas plásticas con agua limpia o tanques de transporte. Asegúrate de mantener la calidad del agua durante el traslado y evita la sobrepoblación en los recipientes.

- Registro y recuento: Realiza un registro y recuento preciso de la cantidad de postlarvas cosechadas. Esto es importante para llevar un control adecuado de la producción y tomar decisiones basadas en datos.

- Transporte y aclimatación: Transporta las postlarvas a su destino final utilizando métodos que minimicen el estrés, como mantener una temperatura adecuada y evitar cambios bruscos en las condiciones del agua. Si las postlarvas serán trasladadas a otro sistema de producción, aclimátalas gradualmente a las nuevas condiciones antes de su suelta.

CONCLUSIONES

1. Las dietas a base de *Artemia salina* y zooplancton expresaron un mejor comportamiento en los indicadores de crecimiento, mortalidad y sobrevivencia, lo que favorece el desarrollo de las postlarvas.
2. Los parámetros físicos químicos presentaron diferencias entre tratamiento y con respecto a los horarios, sin embargo, se mantuvieron en los parámetros de confort para la especie.
3. Se obtiene por primera vez un protocolo de manejo de *Piaractus brachypomus* en la fase de postlarva en condiciones controladas para la amazonia ecuatoriana.

RECOMENDACIONES

Monitorear regularmente el crecimiento y la supervivencia de las postlarvas, así como los parámetros físico-químicos del agua que permitan mantener un ambiente óptimo para el crecimiento y desarrollo de las postlarvas de (*Piaractus brachypomus*).

Aplicar este protocolo de manejo específico para la fase de postlarva de *Piaractus brachypomus* en condiciones amazónicas, por lo que debe quedar las pautas claras sobre la alimentación, el monitoreo de parámetros físico-químicos, el manejo sanitario y otras prácticas relevantes.

BIBLIOGRAFIA

- Acosta A, Ortega C, Sanguino W, López J, Ceballos B., (2010). Evaluación de tres tipos de alimento como dieta en post-larvas de Sábalo Amazónico (*Brycon melanopterus*, Cope 1872). Revista de MVZ. Pasto, Colombia. p, 42-50.
https://www.corpoamazonia.gov.co/files/Investigaciones/Evaluacion_Crecimiento.pdf
- Aguirre, M. (2001). La cadena agroalimentaria de alimentos balanceados para acuicultura en Venezuela. Tesis. Decanato de Estudios de Postgrado. Universidad Simón Bolívar. Sartenejas, Venezuela.
https://www.researchgate.net/publication/28110561_Rendimiento_de_la_cachama_blanca_piaractus_brachypomus_y_el_hibrido_colossoma_macropomun_x_p_brachypomus_procesamiento_primario_y_productos_con_valor_agregado
- Alcántara, F. B., Verdi, L. O., Murrieta, G. M., Rodríguez, L. C., Chu, F. K., & Pizarro, M. D. Á. (2015). Parásitos de alevinos de gamitana (*Colossoma macropomum*) y paco (*Piaractus brachypomus*) cultivados en el C.I. Quistococha, Loreto, Perú. Dialnet, 42– 49.
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5249423.pdf>
- Alarcón, L. L., & Bermeo, A. V. (2013). El cultivo de la cachama blanca en cautiverio. Retrieved from http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/12528/1/El_cultivo_de_la_cachama_blanca_en_cautiverio.pdf
- Álvarez, C. N., & Bague, S. A. (2011). Los alimentos funcionales: una oportunidad para una mejor salud, Ediciones pp. Madrid. 208p
<https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/8816/10439.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Alejandro, A. J. L. (2016). Evaluación de tres dietas comerciales sobre el crecimiento de la Cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) en medios controlados. Retrieved from http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/13324/1/TESIS_EVALUACION%20DE%20TRES%20DIETAS%20COMERCIALES%20SOBRE%20EL%20CRECIMIENTO%20DE%20LA%20CACHAMA%20BLANCA.pdf
- Aragão, C.; Conceição, L.E.; Dinis, M.T. & Fyhn, H.-J. (2004). Amino acid pools of rotifers and *Artemia* under different conditions: nutritional implications for fish larvae. *Aquaculture*, 234, 429-445. doi: 10.1016/j.aquaculture.2004.01.025.
<https://www.redalyc.org/journal/695/69559148018/html/>
- Arias, A.J.J.; Hernández, R.J.L., (2009). Efectos del extracto hipofisiario de carpa común y el análogo de la GnRH sobre la maduración final del oocito y el desove de la cachama negra (*Colossoma macropomum*). *Revista científica, FCV-LUZ*, v.19, n.5, p.486-494.
<http://vip.ucaldas.edu.co/vetzootec/downloads/v6n1a05.pdf>
- Atencio-García V. (2001) Producción de alevinos de especies nativas. *Rev MVZ Córdoba*; 6: 9-14.
https://www.researchgate.net/publication/47407380_Produccion_de_alevinos_de_especies_nativas
- Atencio-García, J. (2003). Producción de alevinos de peces migratorios continentales en Colombia. II Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura –CIVA–, p.263-270
<http://vip.ucaldas.edu.co/vetzootec/downloads/v6n1a05.pdf>
- Atencio GV, Zaniboni FE, Pardo CS & Arias CA. (2003) *Influência da primeira alimentação na larvicultura e alevinagem do yamú Brycon siebenthalae*. *Acta Scientiarum*; 25(1):61-72.
https://www.researchgate.net/publication/317492951_Cachama_blanca_larvae's_survival_Piaractus_brachypomus_Cuvier_1818_in_experimental_temperature_changes

- Barroso, V. A. S. (2012). Evaluación de tres tipos de alimento en el crecimiento preliminar de la “Cachama blanca” (*Piaractus brachypomus*) en la localidad de Santa Clara, Provincia de Pastaza, Ecuador. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5478726>
<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/49131/1/CINDY%20KATHERINE%20TUMBACO%20TIGRERO.pdf>
- Bello, N. J., & Gonzalez, G. J. A. (2018). Importancia del estudio de cerebro de Cachama Blanca, *Piaractus brachypomus*, para la Familia Characidae. Retrieved from <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/17553/ARTICULO%20DE%20REVISION%20BELLO%20%26%20GONZALEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Blair T, Castell J, Neil S, D’abramo L, Cahu C, Harmon P, *et al.* (2003) *Evaluation of microdiets versus live feeds on growth survival and fatty acid composition of larval haddock (Melanogrammus aeglefinus)* *Aquaculture*; 225: 451-461.
https://www.researchgate.net/publication/222572553_Evaluation_of_microdiets_vs_live_feeds_on_growth_survival_and_fatty_acid_composition_of_larval_haddock_Melanogrammus_aeglefinus
- Bocek, Alex E. (s.f), (2016). *International Center For Aquaculture*. Retrieved.
<http://ag.arizona.edu/azaqua/AquacultureTIES/publications/Spanish%20WHAP/GT6%20Intro%20al%20Cultivo.pdf>
- Brú-Cordero, S. B.; Pertúz-Buelvas, V. M; Ayazo-Genes, J. E.; Atencio-García, V. J.; Pardo-Carrasco, S. C. (2017). Bicultivo en biofloc de cachama blanca -*piaractus brachypomus*- y tilapia nilótica -*oreochromis niloticus*- alimentadas con dietas de origen vegetal. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, vol. 64, núm. 1, eneroabril pp. 44-60 Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá Bogotá, Colombia
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=407652405005>
- Cabezas Belén, Jennifer Amaguay, Karel Diéguez-Santana y Neyfe Sablón Cossío (2017): “Factores medio ambientales que influyen en el desarrollo de la cachama en la Amazonía Ecuatoriana”, *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*, Ecuador.
<http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/ec/2017/desarrollo-cachama-ecuador.html>
- Campos, B. L. (septiembre de 2015). El cultivo de la Gamitana en Latinoamérica. 1. Iquitos , Perú: Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Recuperado el 30 de abril de 2021, de http://repositorio.iiap.gob.pe/bitstream/20.500.12921/109/1/Campos_2015.pdf
- Chaverra, S. C. G., García, J. J. G., & Pardo, S. C. C. (2017). Efectos del biofloc sobre los parámetros de crecimiento de juveniles de cachama blanca *Piaractus brachypomus*.
<https://reciamuc.com/index.php/RECIAMUC/article/view/768>
- Chaves-Moreno LC, Chacon-Rodriguez L, Lozada-Morales J. (2011). Evaluación de la reproducción inducida de cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) con acetato de buse-relina. *Vet Zootec* 6: 47-55.
<http://www.scielo.org.pe/pdf/rivep/v34n1/1609-9117-rivep-34-01-e24594.pdf>
- Clavijo, L. C. R. (2011). Desarrollo de metodología para la determinación de la digestibilidad de materias primas no convencionales en Cachama blanca *Piaractus brachypomus*. Retrieved from <https://core.ac.uk/download/pdf/11056205.pdf>
- Centeno L, Silva-Acuña A, Silva-Acuña R, Pérez J. (2004). Fauna ectoparasitaria asociada a *Colossoma macropomum* y al híbrido de *C. macropomum* x *Piaractus brachypomus*, cultivados en el estado delta Amacuro, Venezuela. *Bioagro* 16 (2): 121-126. Recuperado el 05 de julio de 2018 de [http://www.ucla.edu.ve/bioagro/Rev16\(2\)/6.%20Fauna%20ectoparasitaria.pdf](http://www.ucla.edu.ve/bioagro/Rev16(2)/6.%20Fauna%20ectoparasitaria.pdf)

- Collazos Luis F. -Lasso; Mariana C. Gutiérrez-Espinosa; Luis F. Restrepo-Betancur. (2014). Sobrevivência das larvas de pirapitinga, *Piaractus brachypomus* Cuvier 1818, sob mudanças de temperatura experimentais- Article in Revista Orinoquia. Vol. 18 - No 2
https://www.researchgate.net/publication/317492951_Cachama_blanca_larvae's_survival_Piaractus_brachypomus_Cuvier_1818_in_experimental_temperature_changes
- Conroy, G. (2005). Importantes enfermedades detectadas en tilapias cultivadas en América Central y del Sur. Jornadas de acuicultura. Costa Rica.
http://www.ciabcr.com/charlas/jornadaacuicola/8_Enfermedades_en_Tilapias_Cultivadas_en_las_Americas.pdf
- Covaleda HJ, González FA.(2005) La cadena de la piscicultura en Colombia. Una mirada global de su estructura y dinámica. Documento de trabajo N.º 72. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Observatorio Agrocadenas Colombia. 2005. 41p.
<https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/1259>
- Cruz, E., Vinjoy, M., Martínez, V., García, M., Plasencia, J., García, E., et al. (2010). Evaluación microbiológica de la producción de peces en tres estanques fertilizados con residuales porcinos. Producción porcina
<http://www.iip.co.cu/RCP/ant/RCP4.2.pdf>
- David C, Lenis G, Castañeda G, Lopera A, Restrepo Lf., (2011). La dieta usada en la primera alimentación afecta la ganancia de peso y longitud total de larvas de cachama blanca (*Piaractus brachypomus*). *Revista Colombia Ciencia Peces.* 24:48-53.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-06902011000100007
- Dantagnan P., A. Borquez, J. Quevedo y I. Valdebenito. (2002). Cultivo Larvario del Puye (*Galaxias maculatus*) en un Sistema Cerrado de Recirculación. *Información Tecnológica*, 13:15-21
<https://www.redalyc.org/pdf/494/49402405.pdf>
- Díaz F. J y R. A López. (1993). El cultivo de la Cachama Blanca (*Piaractus brachypomus*) y de la Cachama Negra (*Colossoma macropomum*). 207 - 219 p. En: Rodríguez, H.; G. Polo y G. Salazar (Eds.). *Fundamentos de Acuicultura Continental*. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura INPA. Bogotá. 286 p
https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/19715/65037_27479.pdf?sequence=1
- Elmer, M, f.H., a. I., & f., r. R. (diciembre de 2019). Artículo con el título "Taxonomía e importancia de Perú".
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=s2413-32992019000300016&script=sci_arttext
- FAO. (2010). *Peces nativos de agua dulce de América del sur de interés para la acuicultura: Una síntesis del estado de desarrollo tecnológico para su cultivo*. Acuicultura en Latinoamérica.
<https://www.fao.org/3/i1773s/i1773s.pdf>
- FAO. (2015). Directrices voluntarias para lograr la sostenibilidad de la pesca en pequeña escala en el contexto de la seguridad alimentaria y la erradicación de la pobreza. (Disponible en www.fao.org/3/i4356es/i4356es.pdf). Roma.
<https://www.fao.org/3/I9540es/i9540es.pdf>
- FAO. (2016). El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Retrieved from www.fao.org/

- FAO. (2018). Sistema de Seguimiento de Pesquerías y Recursos
<https://www.fao.org/3/I9540es/i9540es.pdf>
- Fire, A. (2017). Especies de peces recomendadas para clima medio y cálido. EL PRODUCTOR.
http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/1941/1/Mosquera_2021_TG.pdf
- FONDEPES. (2017). Manual de Cultivo de Gamitama en Ambientes Convencionales. (F. N. Pesquero FONDEPES, Ed.) Lima, Perú. 37 p.
<https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/30516/T3056.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- González, J. & Heredia B. (2006). El cultivo de la Cachama (*Colossoma macropomum*)
<https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/63/1/T.AGROP.B.UEA.1013>
- González J. y B. Heredia. (1998). El cultivo de la cachama (*Colossoma macropomum*). Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Centro de Investigaciones del Estado Guárico. 2da edición. Maracay. 134 pp.
- Hagiwara A, Gallardo WG, Assavaaree M, Kotani T, Araujo AB. (2001) Live food production in Japan: recent progress and future aspects. *Aquaculture*; 200: 111-127.
<https://sqa.pure.elsevier.com/en/publications/live-food-production-in-japan-recent-progress-and-future-aspects>
- Hopkins K. (1992). Reporting fish growth: A review of the basis. *J. World Aquac. Soc.*, 23(3):173-179.
- Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (2021). Acuicultura. Recuperado de [URL]
https://www.institutopesca.gob.ec/wp-content/uploads/2015/11/Plan_Estrat%C3%A9gico-Institucional-2017-2021.pdf
- IBM SPSS Statistics V21.0 (16 de abril 2020)
<https://www.ibm.com/support/pages/spss-statistics-210-available-download>
- Iregui C, et. al. (2004) Primer mapa epidemiológico de las lesiones y enfermedades de los peces en Colombia. Universidad Nacional de Colombia - Ministerio de Agricultura 100pp.
https://www.researchgate.net/publication/233229612_Mapas_epidemiologicos_de_las_enfermedades_de_los_peces_ornamentales_en_Colombia
- Lasso, C., J. I. Mojica, J. S. Usma, J. A. Maldonado-Ocampo, C. DoNascimento, D. C. Taphorn, F. Provenzano, O. M. LassoAlcalá, G. Galvis, L. Vasquez, M. Lugo, A. Machado-Allison, R. Royero, C. Suárez y A. Ortega-Lara. (2004). *Peces de la cuenca del río Orinoco. Parte I: lista de especies y distribución por subcuencas. Biota Colombiana* 5(2): 95-158.
<http://revistas.humboldt.org.co/index.php/biota/article/view/141>
- Leal Elson, Eduardo Díaz1, J.C. Saavedra-Nievas y Gabriel Claramunt, (2013) Reproductive cycle, length and age at maturity of jack mackerel *Trachurus murphyi*, in the Chilean coast *Revista de Biología Marina y Oceanografía* Vol. 48, N°3: 601-611.
<https://scielo.conicyt.cl/pdf/revbiolmar/v48n3/art16.pdf>
- Loqui Sánchez, A. J., Tumbaco Tigrero, C. K., Zambrano Alarcón, M. E., & Casignia Coox, D. A. (2022). Evaluación del crecimiento de “*Piaractus brachypomus*” en dos sistemas de producción complementando la alimentación con harina de soya, maíz hidropónica y su análisis sensorial. *RECIAMUC*, 6(1), 15-24.
<https://reciamuc.com/index.php/RECIAMUC/article/view/768/1151>

- Maldonado Salazar, L. E. (2004). Biología de la reproducción y crecimiento de colossoma macropomum en la Amazonía Boliviana. Universidad Mayor de San Andrés: Tesis de grado. https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers15-09/010036426.pdf
- Marino, H., & Aquino, Y. (2015). Potencialidades de los sistemas de producción piscícola en selva central del Perú. Retrieved from <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/1207>
- Mesa-Granda MN, Botero-Aguirre MC. (2007). La cachama blanca (*Piaractus brachypomus*), una especie potencial para el mejoramiento genético. Rev Col Cienc Pec 20: 79-86. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1609-91172023000100005&script=sci_arttext
- Narváez, M. (2013). Orientación básica para el cultivo de cachama en lagunas o estanques. Maracay. Estado Monagas, Venezuela. Instituto Nacional de Investigaciones agrícolas INIA. 20 p <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/23799/T2742.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Olarte John, Marciales Lili, Vásquez Freddy & Cruz-Casallas, Pablo (2010). Comparación del Desarrollo Embrionario de *Piaractus brachypomus* (Serrasalmidae) y *Pseudoplatystoma* sp. (*Pimelodidae*) - International Journal of Morphology VL - 28 https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022010000400033
- Oliveira, D. (2018). Temperatura de Incubación: desenvolvimiento embrionario. Brasil. Pp. 9-42. <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/30516/T3056.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ontañón, G. & Martínez, A. (1995). "Laser. Física y Química". Ed. Bruño. Perú <https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/79/1/T.%20AGROP.%20B.%20UEA.1072>
- Palacios, P.(2011). Evaluación del crecimiento y sobrevivencia de postlarvas de cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) alimentadas con cuatro tipos de dietas, mediante un sistema de goteo, en el centro experimental amazónico, Mocoa, Putumayo. <https://docplayer.es/14231838-Evaluacion-del-crecimiento-y-sobrevivencia-de-postlarvas-de-cachama-blanca.html>
- Park J, R Craggs & A Shilton. (2011). Wastewater treatment high rate algal ponds for biofuel production. Bioresource Technology 102: 35-42. <https://www.scielo.cl/pdf/revbiolmar/v49n2/art01.pdf>
- Peñañiel, D. B. V. (2016). "Determinación del nivel de contaminación del agua producido por la actividad piscícola al estero flor del valle de la Parroquia Puerto Libre, Cantón Gonzalo Pizarro Provincia de Sucumbios." <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/17876>
- Plan de Desarrollo y Ordenamiento de Territorial de Pastaza, PDOT, (2019). https://pastaza.gob.ec/planificacion/pdot_pastaza_2019.pdf
- Portella, M.C., J. R. Verani & M.A. Cestarolli. (2000). Use of live and artificial diets enriched with several fatty acid sources to feed *Prochilodus scrofa* larvae and fingerlings. 1. Effects on survival and growth rates. New Delhi: Journal of Aquaculture in the Tropics. 15: 45-58. <https://www.corpoamazonia.gov.co/files/Investigaciones/Sabalo%20amazonico.pdf>
- Prieto Martha , M. Sc, Atencio Victor (2008). Zooplankton en la larvicultura de peces neotropicales. MVZ Cordoba, 13(2), p.1415.

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-02682008000200017

- Prieto, M. G. (2013) Plancton Regional y su Potencial en Acuicultura. (2013) ed, Centro de Investigaciones Universidad de Cordoba. 2013.a ed. Monteria - Colombia: Fondo Editorial Universidad de Cordoba. Disponible en:
https://issuu.com/temas_clave_acuicultura/docs/plancton_regional_y_su_potencial_en_acuicultura.
- Puello-Caballero Liseth Paola 1 *, Olga Inés Montoya-Campuzano 2 , Víctor Alfonso Castañeda-Monsalve 2 , Luz Mary Moreno-Murillo, (2018). Caracterización de la microbiota presente en el intestino de *Piaractus brachypomus* (Cachama blanca) Revista de Salud Animal, Vol. 40, No. 2, E-ISSN: 2224-4700
<http://scielo.sld.cu/pdf/rsa/v40n2/2224-4700-rsa-40-02-e02.pdf>
- Quispe, S. C., & Quispe, helem C. (2017). “Efecto de la inclusión de la harina de semilla de Copoazú (*Theobroma grandiflorum*) en la dieta balanceada durante el crecimiento en fase juvenil de Paco (*Piaractus brachypomus*).” Retrieved from <https://docplayer.es/89000173-Universidad-nacional-amazonica-de-madre-de-dios.html>
- Ruiz, J. J. C., & Toro, F. D. C. (2018). Estudio de viabilidad para la instalación de una planta de producción de alimento balanceado para peces en el departamento de Madre de Dios (Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios). Retrieved from
<http://repositorio.unamad.edu.pe/handle/UNAMAD/261>
- Sanchez Navarro, H. J. (2018). Alimentación alternativa en alevines de especies nativas y promisoras de Colombia. Universidad Cooperativa de Colombia. Facultad de medicina veterinaria y zootecnia Ibagué, Tolima (Colombia): Artículo de revisión.
<https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/6614/1/UPSE-TBM-2021-0016.pdf>
- Santos G.; Ferreira E.; Zuanon J. (2006). Peixes comerciais de Manaus. Brasil. Edição Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis Projeto Manejados Recursos Naturais da Várzea - ProVárzea/Ibama.
<http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/545/FLORES-1-Trabajo-Characterizaci%C3%B3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sipaúba-Tavares LH, Rocha O. (2003) Produção de plâncton (Fitoplâncton e Zooplâncton) para alimentação de organismos aquáticos. *São Carlos (Bra): RIMA*. p.106. 20-24
<http://www.scielo.org.co/scieloOrg/php/reflinks.php?refpid=S01220268200800020001700005&lng=en&pid=S0122-02682008000200017>
- Suarez RO, Robles VM, Casallas PE. (2019). Effect of two semen collection in a breeding season on the seminal quality of red-bellied pacu (*Piaractus brachypomus*). *Rev Inv Vet Perú* 30: 1184-1195. doi: 10.15381/rivep.v30i3.-15515
<http://www.scielo.org.pe/pdf/rivep/v34n1/1609-9117-rivep-34-01-e24594.pdf>
- Rodríguez Ascanio, A.Y, Brito Diagnora, J, Marchán Martínez, I.J., Subero Osorio, J.E., (2016). Influence of diet on the survival of Fingerlings *Colossoma macropomum* (♀) x *Piaractus brachypomus* (♂) and their repercussion on water quality, Monagas, Venezuela.
<https://revistabiociencias.uan.edu.mx/index.php/BIOCIENCIAS/article/view/161/228>
- Ruiz Becerra, G. (2016). Caracterización microbiológica y mantenimiento de dos cepas de microalgas para la producción de complemento alimenticio, lípidos y otros productos de valor agregado. Mexico
http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/4609/1/Duarte_2018_TG.pdf

- USDA, (2017). United States Department of Agriculture. Agricultural Research Service National Nutrient Database for Standard Reference Release.
<https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/8816/10439.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Uzcátegui, J. P. V., Méndez, X., Isea, F., & Parra, R. (2014). Evaluación de dietas con diferente contenido proteico sobre el desempeño productivo de alevines del híbrido Cachamay (*Colossoma macropomum* ♂ x *Piaractus brachypomus* ♀) en condiciones de cautiverio. *FCV-LUZ*, XXIV, 458–465.
<https://www.redalyc.org/pdf/959/95932260011.pdf>
- Valdebenito, I. (2008). Terapias hormonales utilizadas en el control artificial de la madurez sexual en peces de cultivo: una revisión. *Archivo médico veterinario*, 40, 115-123.
http://51.222.120.98/bitstream/unia/255/1/T084_47625424_T.pdf
- Valera, A., y Valverde, J. (2018). Determination of the cause of mortality in a giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* nursery in Costa Rica: Case analysis. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Peru*, 29(2), 666-675. <https://doi.org/10.15381/rivep.v20i2.14522>
https://ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute/public/journals/1/html_v14n2/web/Art.%205/Art.%205.html#_idTextAnchor046
- Vásquez-Torres W. (2004) *Retrospectiva del cultivo de las cachamas en Colombia. II Congreso nacional de acuicultura*. Universidad de los Llanos, Villavicencio, p. 71-73.
<https://www.redalyc.org/pdf/2950/295023036010.pdf>
- Vidal, V. M. M., Olvera, M. A. N., Morales, V., Cuéllar, J. A., Riofrio, A. M., Morales, Reinaldo Rodríguez Barato, P. A. G., ... Montoya, L. R. (2017). Manual de Buenas Prácticas de Manejo para la Piscicultura en Agua Dulce.
<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/49131/1/CINDY%20KATHERINE%20TUMBACO%20TIGRERO.pdf>
- Voto, R. (2000). *El Cultivo de la Cachama (Colossoma macropomun)*. Pirasununga Brasil, Editado por A: Hernández: Pag. 116-142.
<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/13324/1/TESTISEVALUACION%20DE%20TRES%20DIETAS%20COMERCIALES%20SOBRE%20EL%20CRECIMIENTO%20DE%20LA%20CACHAMA%20BLANCA.pdf>
- Wojnárovich, A., & Van Anrooy, R. (2019). Field guide to the culture of tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1816). Roma (Italia): FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 624. Rome, FAO. 132 pp.
<https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/6614/1/UPSE-TBM-2021-0016.pdf>
- Zamora O, Shpigel M. (2006). Intensive mass production of *Artemia* in a recirculated system. *Aquaculture*. 255: 488-494.
<https://repositorio.imarpe.gob.pe/bitstream/20.500.12958/3531/1/Informe%2048-1%20Articulo8.pdf>
- Zaniboni-Filho, E.; Kennedy, L. & Reynalte-Tataje, A. (2001). Desenvolvimento embrionário e estágios larvais do mandi-amarelo *Pimelodus maculatus*. *B. Inst. Pesca*, 27:49-55.
https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-95022010000400033&script=sci_arttext&tlng=en
- Zaniboni Filho, E. & Weingartner, M. (2007). Técnicas da Indução da reprodução de peixes migradores. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, 31(3), 367-373.
https://www.researchgate.net/publication/340508283_Evaluacion_de_la_efectividad_sobre_el_de

[sove de tres protocolos de induccion hormonal con acetato de buserelina en Piaractus brachipomus aplicados en un centro de reproduccion de peces amazonicos en C](#)

Zelaya O, Davis A, Rouse D B. (2007). The influence of Artemia and algal supplements during the nursery phase of rearing pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. Journal of the World Aquaculture Society. 38(4): 486-496.

<https://repositorio.imarpe.gob.pe/bitstream/20.500.12958/3531/1/Informe%2048-1%20Articulo8.pdf>

ANEXOS



Construcción de armazones de madera



Colocación de geomembra hdp



Geomembrana instalada



Medición la cantidad de agua



Vaciado de los tanques



Llenado de tanques



Nivelación de parámetros



Siembra de postlarvas



Pesaje de postlarvas



Siembra de postlarva



Recoleccion de zooplancton



Limpieza de zooplancton



Obtención de zooplancton



Alimentación con zooplancton



Alimentación con alimento balanceado



Alimentación con *Artemia salina*



Alimentación con espirulina



Recolección de animales muertos



Recambio de agua



Toma de parámetros físico químicos



Toma de datos finales