

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE ALTO AMAZONAS**

**FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS**

**Escuela Profesional de Zootecnia**



**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

efecto del uso de inductores hormonales para la estimulación al desove y levante de post larvas de *Colossoma macropomum* (gamitana) en la estación pesquera ahuashiyacu

Para optar el título de profesional de Ingeniero Zootecnista

**PRESENTADO POR:**

Carlos Yair Vásquez Tapullima

(ORCID: 0009-0008-7524-2350)

**ASESORES**

Dra. Lizbeth Lourdes Collazos Paucar

(ORCID: 0000-0002-9665-2972)

Blgo. Jofred Jerson Ruiz Marichin Mg.

(ORCID: 0009-0005-7215-4353)

**Yurimaguas – Perú**

**2025**



## MDJ-02. DECLARACIÓN DE AUTORÍA

PhD. Marco Antonio Mathios Flores, coordinador de la facultad de ingeniería, Programa de Estudios de ingeniería en zootecnia, de la Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas.

### DECLARO:

Que el presente informe de investigación titulado: "**Efecto del uso de inductores hormonales para la estimulación al desove y levante de post larvas de *Colossoma macropomum* (gamitana) en la estación pesquera de ahuashiyacu**", constituye la memoria que presenta el **Bachiller Carlos Yair Vásquez Tapullima**, para aspirar al título de Profesional en **Ingeniería Zootecnista** Ha sido realizado en la Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente constancia en Yurimaguas, a los 12 Días del mes de febrero Del año 2026.



---

FIRMA

Dra. Lizbeth Lourdes Collazos Paucar

Asesor

Efecto del uso de inductores hormonales para la estimulación al desove y levante de post larvas de *Colossoma macropomum* (gamitana) en la estación pesquera de ahuashiyacu

## TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Presentada para optar el título profesional de ingeniero zootecnista

### JURADO CALIFICADOR

Dr. José Virgilio Aguilar  
Vasquez  
**Presidente**

Dr. William Celis Pinedo  
**Miembro**

Mg. Jhorjhi Vega Hidalgo  
**Miembro**

Dra. Lizbeth Lourdes  
Collazos Paucar  
**Asesor**

Yurimaguas, 12 de febrero de 2026

# **UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE ALTO AMAZONAS**

**FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS**

**Escuela Profesional de Zootecnia**

## **TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

Efecto del uso de inductores hormonales para la estimulación al desove y levante de post larvas de *Colossoma macropomum* (gamitana) en la estación pesquera ahuashiyacu

Para optar el título profesional de Ingeniero Zootecnista

### **PRESENTADO POR:**

Carlos Yair Vásquez

Tapullima

### **ASESORES:**

Dra. Lizbeth Lourdes Collazos Paucar

Blgo. Jofred Jerson Ruiz Marichin Mg.

**Yurimaguas – Perú**

**2025**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo en primer lugar a Dios, por darme fortaleza y mucha perseverancia y porque sin la ayuda de él no hubiera sido posible realizar este trabajo. A mis padres, Dacita Tapullima Sinarahua y Carlos Vásquez Torres por sus consejos de vida y ayuda moral que me brindaron en el momento cuando lo necesitaba. A mi madre Gilda Tong Villacorta, que con tanto amor, esfuerzo y sacrificio encaminó mi vida profesionalmente en base a los buenos valores. Y por último y no menos importante, a mi hija Naia Sofía Vásquez Rivas, que es mi motor y motivo para seguir esforzándome día a día y así poder salir adelante.

## AGRADECIMIENTO

A mi alma mater, Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas – UNAAA, por intermedio del cual pude realizar mis estudios universitarios.

A la Facultad y Escuela de Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas – UNAAA, por la formación profesional.

A la Dirección Regional de la Producción San Martín por medio de la Estación Pesquera Ahuashiyacu – EPA por facilitarme el uso de los materiales, equipos, y los ejemplares de gamitana que se encuentran dentro de sus instalaciones.

Al Proyecto de -inversión PI “Mejoramiento del servicio de apoyo a la adopción de tecnología en acuicultura con especies nativas amazónicas, a acuicultores de las 10 provincias del Departamento de San Martín”, con CUI N° 2455161, por las facilidades logísticas y todo el apoyo brindado.

A mis asesores Dra. Lizbeth Lourdes Collazos Paucar y Blgo. Jofred Jerson Ruiz Marichin Mg. por sus enseñanzas, consejos, conocimientos compartidos para la redacción de este trabajo de suficiencia profesional.

Al jefe de la Estación Pesquera Ahuashiyacu – EPA, Blgo. Gilmer Montejo Sánchez y al Coordinador del proyecto Especies Nativas Amazónicas, Blgo. Rony Narvin Pezo Ynga por facilitar en proceso en la ejecución del presente trabajo de suficiencia profesional.

A mis tíos, Luisa Vásquez de Vela, Carolina Vásquez de del Aguila y Lorenzo Angulo Mori, por el apoyo y consejos brindados durante mi vida universitaria y durante la ejecución del presente trabajo.

A todas aquellas personas que de manera directa e indirectamente apoyaron en todo el proceso de la ejecución de este trabajo de suficiencia profesional.

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
ÍNDICE GENERAL .....	iv
INTRODUCCIÓN .....	vii
RESUMEN .....	ix
I. DATOS GENERALES .....	10
1.1. Título del trabajo de suficiencia profesional.....	10
1.2. Delimitación del trabajo de suficiencia profesional.....	10
1.3. Fecha de inicio y fecha de término .....	10
II. PLANIFICACIÓN DEL TRABAJO .....	11
2.1. Descripción del trabajo de suficiencia profesional .....	11
2.2. Justificación .....	11
2.3. Objetivos del trabajo de suficiencia profesional .....	12
III. MARCO TEÓRICO.....	13
3.1. Antecedentes .....	13
3.2. Bases teóricas científicas .....	16
3.3. Objetivos del trabajo de suficiencia profesional .....	18
IV. DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA.....	19
CONCLUSIONES .....	26
RECOMENDACIONES.....	27
BIBLIOGRAFÍA .....	28
ANEXOS .....	31

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Dosificación e inducción hormonal de reproductores de <i>Colossoma macropomun</i> .....	19
Tabla 2. Tasa de fecundación y/o viabilidad de huevos de <i>Colossoma macropomun</i> .....	20
Tabla 3. Cronología y descripción de características de los periodos del desarrollo embrionario de huevos <i>Colossoma macropomun</i> .....	23
Tabla 4. Estimación de postlarvas viables mediante conteo volumétrico.....	24
Tabla 5. Programación específica de las actividades realizadas .....	25

## ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Preparación y acondicionamiento de estanque para la siembra de las post larvas de gamitana .....	311
Imagen 2. Limpieza y llenado de estanque de geomembrana.....	31
Imagen 3. Fertilización de estanque para introducir nutrientes al agua para producir alimento vivo...	32
Imagen 4. Selección de reproductores, observación de las características sexuales externas.....	32
Imagen 5. Canulación. Proceso de biopsia o canulación intra ovárica. ....	33
Imagen 6. Observación al microscopio. Proceso de observación de la maduración de los ovocitos. ...	33
Imagen 7. Evaluación biométrica. Realizado con la finalidad de observar las características biométricas (peso y talla.) .....	34
Imagen 8. Inducción hormonal a reproductores. Suministro de dosis calculada de acuerdo al peso, talla y tipo de hormona utilizada.....	34
Imagen 9. Desove. Proceso de ligeras presiones hasta la salida de los óvulos. ....	35
Imagen 10. Espermiación, fecundación e hidratación. Mezcla de los productos sexuales para llegar a la fecundación e hidratación. ....	35
Imagen 11. Siembra e incubación de huevos. Son colocados en las incubadoras de 200 litros de capacidad.....	36
Imagen 12. Seguimiento del desarrollo embrionario mediante la observación al microscopio. ....	36
Imagen 13. Siembra de larvas a artesas. Proceso de distribución y siembra de larvas en las artesas. ...	37
Imagen 14. Alimentación de post larvas (plancton). Alimento primario tras la absorción del saco vitelino. ....	37
Imagen 15. Conteo de post larvas. Este proceso sirve para conocer la cantidad a sembrar en estanque. ....	38
Imagen 16. Alimentación de post larvas (artemia). Alimento nutritivo para las larvas. ....	38

## INTRODUCCIÓN

La producción acuícola en la región amazónica enfrentó múltiples desafíos que limitaron su desarrollo sostenible y competitivo. Una de las principales problemáticas fue la baja eficiencia reproductiva de especies de interés comercial, como el *Colossoma macropomum*, conocido localmente como gamitana. Este pez representó una fuente importante de alimento y economía para las comunidades locales, pero su cultivo a gran escala se vio obstaculizado por las dificultades en la inducción al desove y el manejo adecuado de las post larvas. Estas limitaciones resultaron en una dependencia excesiva de los recursos naturales, con impactos negativos sobre las poblaciones naturales y el equilibrio ecológico.

El uso de inductores hormonales en la acuicultura demostró ser una herramienta eficiente para estimular el desove en diversas especies de peces. Estudios recientes documentaron que la aplicación de hormonas como la gonadotropina coriónica humana (HCG) y extractos hipofisarios mejoraron la sincronización reproductiva y aumentaron significativamente la tasa de éxito en la producción de alevines. La HCG es una hormona glicoproteica producida tanto por el embrión como por el sincitiotrofoblasto, una parte de la placenta. Su aplicación ha demostrado aumentar significativamente la tasa de éxito en la producción de alevines. Por ejemplo, un estudio realizado por Silva et al. (2021), nos menciona que el incremento del 40% en la tasa de desove al aplicar HCG en *Colossoma macropomum* en condiciones controladas; asimismo, García et al. (2022) destacaron que el uso combinado de extractos hipofisarios incrementó en un 50% la supervivencia de post larvas en sistemas acuícolas.

En otros países con economías dependientes de la acuicultura, se lograron avances significativos en el uso de técnicas hormonales para superar las barreras reproductivas. Por

ejemplo, investigaciones realizadas en Colombia (Martínez et al., 2020) evidenciaron que el empleo de inductores hormonales permitió reducir el tiempo de ovulación en un 30%, mejorando la eficiencia del proceso. Estos métodos no solo incrementaron la producción, sino que también facilitara el desarrollo de protocolos estandarizados, optimizando los recursos y minimizando los impactos negativos en los ecosistemas naturales. La experiencia internacional reforzó la necesidad de adaptar y validar estas estrategias en contextos como el de la Estación Pesquera Ahuashiyacu.

Bajo este contexto, el presente trabajo de suficiencia profesional tuvo como objetivo general determinar evaluar la eficiencia de la aplicación de inductores hormonales en la estimulación del desove y la obtención de postlarvas de *Colossoma macropomum* en la estación pesquera Ahuashiyacu.

## RESUMEN

El presente trabajo de suficiencia profesional tuvo como objetivo principal determinar la eficiencia de la aplicación de inductores hormonales para la estimulación al desove y levante de post larvas de *Colossoma macropomum* en el laboratorio de reproducción inducida de peces nativos amazónicos de la Estación Pesquera Ahuashiyacu – EPA. Para iniciar los eventos reproductivos se seleccionaron ejemplares reproductores de la especie gamitana sexualmente maduros, utilizando las hormonas sintéticas Conceptase y Gestar y aplicando una dosificación de 1.3 ml/kg y 2.6 ml/kg de peso vivo de los peces respectivamente. Todo esto con la finalidad de estimular la ovulación, el desove, la espermiación; asimismo, iniciar el proceso de incubación, realizar el seguimiento del desarrollo embrionario y determinar la tasa de fecundación y/o viabilidad, la tasa de eclosión y sobrevivencia de post larvas de la gamitana. Los ejemplares inducidos hormonalmente respondieron positivamente en todos los procedimientos antes mencionados, teniendo un tiempo de incubación de 14 horas donde se realizó el seguimiento de las etapas del desarrollo embrionario, iniciando del huevo o cigoto, clivaje (división celular), blástula, gástrula, organogénesis (segmentación) y eclosión. Además, se obtuvo una tasa de fecundación y/o viabilidad del 91.6% y 80.3% a las 2 y 12 Horas Post fecundación respectivamente. Asimismo, una tasa de eclosión de larvas del 57.4% y una sobrevivencia de post larvas del 99.8% en un periodo de 8 días comprendido desde la siembra de larvas en los tanques circulares hasta la cosecha y conteo de las post larvas. Concluyendo que los ejemplares reproductores de gamitana sometidos a los inductores hormonales sintéticos, mostraron una respuesta positiva en relación a los indicadores reproductivos planteados.

## **I. DATOS GENERALES**

### **1.1. Título del trabajo de suficiencia profesional**

El presente trabajo de suficiencia profesional tiene por título: “efecto del uso de inductores hormonales para la estimulación al desove y levante de post larvas de larvas de *Colossoma macropomum* (gamitana) en la estación pesquera Ahuashiyacu.

### **1.2. Delimitación del trabajo de suficiencia profesional**

La producción de alevinos de peces amazónicos es una de las etapas de mayor importancia en la acuicultura, con ello se asegura iniciar los procesos productivos hasta la cosecha y comercialización; sin embargo, hasta la fecha la oferta de alevinos de peces nativos viene siendo muy limitada por su producción estacionaria y la alta demanda por parte de los piscicultores de todo el corredor amazónico. Por ello, es necesario estandarizar protocolos que aseguren la producción constante de alevinos en cantidad y calidad, mejorando la reproductividad. Por tal motivo, en el presente trabajo de suficiencia profesional se muestran los procedimientos de la reproducción inducida mediante el uso de inductores hormonales sintéticos para la obtención de larvas y post larvas de peces amazónicos en la Estación Pesquera Ahuashiyacu – EPA, documento que servirá como antecedente para la implementación de protocolos que sirvan para el sector público y empresas privadas dedicadas al rubro de la producción de alevinos.

### **1.3. Fecha de inicio y fecha de término**

Las actividades correspondientes al presente trabajo de suficiencia profesional se inició el 05 de agosto y culminó el 30 de diciembre del año 2024.

## II. PLANIFICACIÓN DEL TRABAJO

### 2.1. Descripción del trabajo de suficiencia profesional

Para la redacción del presente trabajo de suficiencia profesional se utilizó información recopilada durante el período estipulado, coincidiendo con la etapa reproductiva de especies de peces amazónicos como la gamitana (*Colossoma macropomum*), ocurre durante la temporada de lluvias, que se extiende aproximadamente entre los meses de octubre y marzo. La finalidad de este trabajo fue evaluar la eficiencia de los inductores hormonales en los diferentes procesos reproductivos de la gamitana, desde la ovulación y desove hasta la espermiación, incubación, desarrollo embrionario, tasa de fecundación y/o viabilidad, tasa de eclosión de larvas y tasa de sobrevivencia de post larvas. La investigación se llevó a cabo en el laboratorio de reproducción inducida de peces nativos amazónicos de la Estación Pesquera Ahuashiyacu – EPA, ubicada geográficamente al margen derecho de la carretera Bello Horizonte, km 1.5, distrito de la Banda de Shilcayo, provincia y región San Martín.

### 2.2. Justificación

El presente trabajo de investigación resulta de vital importancia para el desarrollo sostenible de la acuicultura en la región amazónica, dado que aborda una de las principales problemáticas en la reproducción controlada de la gamitana, una especie de alto valor económico y social (Murrieta-Morey & Rengifo-Salgado, 2022). La implementación de inductores hormonales ofrece una solución viable para superar las limitaciones asociadas al desove y al manejo de post larvas, promoviendo así la eficiencia productiva y la reducción de la presión sobre las poblaciones naturales (Conservation International Perú, 2023).

En términos económicos, este estudio tiene el potencial de incrementar la rentabilidad de la actividad acuícola al mejorar las tasas de fecundación, viabilidad y eclosión, así como la sobrevivencia de las post larvas. Esto permitirá a los acuicultores satisfacer la creciente

demanda del mercado, contribuyendo al fortalecimiento de sus ingresos y al desarrollo económico regional (Martínez et al., 2020).

Desde una perspectiva ecológica, la adopción de estas técnicas avanzadas contribuirá a la conservación de los ecosistemas acuáticos, ya que una producción eficiente y controlada disminuye la necesidad de capturar ejemplares silvestres. Además, el establecimiento de protocolos reproducibles basados en la aplicación de inductores hormonales puede ser replicado en otras estaciones pesqueras de la región, generando un impacto positivo más amplio (García et al., 2022).

Por último, este estudio también tiene relevancia científica, ya que aportará un protocolo nuevo sobre la reproducción inducida de la gamitana bajo condiciones controladas, contribuyendo al avance de la investigación en el ámbito de la acuicultura tropical.

### **2.3. Objetivos del trabajo de suficiencia profesional**

#### **2.3.1. Objetivo general**

- ✓ Evaluar la eficiencia de la aplicación de inductores hormonales en la estimulación del desove y la obtención de postlarvas de *Colossoma macropomum* (gamitana) en la estación pesquera Ahuashiyacu.

#### **2.3.2. Objetivos específicos**

- ✓ Aplicar tratamientos de inducción hormonal en reproductores de *Colossoma macropomum* y registrar su respuesta al desove.
- ✓ Calcular la tasa de fecundación, viabilidad y eclosión de huevos obtenidos tras la inducción hormonal.
- ✓ Realizar el seguimiento de las fases del desarrollo embrionario hasta la eclosión.
- ✓ Determinar la tasa de sobrevivencia durante la etapa de levante de postlarvas en condiciones controladas.

### III. MARCO TEÓRICO

#### 3.1. Antecedentes

Flores et al. (2021), en su estudio titulado *Uso de extractos de hipófisis de carpa para la reproducción inducida de Colossoma macropomum*, publicado por el Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Manaus, Brasil, reportaron una tasa de ovulación del 95% y una tasa de fertilización del 85%. Los autores resaltan la importancia del manejo ambiental como un factor determinante para optimizar los resultados reproductivos en condiciones amazónicas.

Rivera y Vargas (2021), en su investigación *Reproducción inducida de gamitana mediante hipófisis de paiche y carpa*, realizada en el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), Iquitos, Loreto, Perú, lograron una tasa de fecundación del 92%. Su estudio demuestra que la combinación de extractos hormonales de paiche y carpa constituye una estrategia efectiva para la reproducción inducida de *Colossoma macropomum*.

Vargas y Espinoza (2021), en su artículo *Uso de inductores hormonales locales en sistemas acuícolas económicos*, publicado por la Universidad Nacional de San Martín (UNSM), Tarapoto, San Martín, Perú, obtuvieron un 90% de eclosión. Sus hallazgos evidencian la viabilidad del uso de inductores hormonales en sistemas acuícolas de bajo costo, consolidándose como una alternativa accesible para productores locales.

Ramírez et al. (2020), en su investigación *Efectividad de análogos sintéticos de GnRH en sistemas de cultivo intensivo*, desarrollada en la Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia, demostraron que los análogos sintéticos de GnRH son eficaces para inducir el desove, logrando una viabilidad larval del 80% en condiciones controladas. Los resultados sugieren que su aplicación en acuicultura intensiva es altamente prometedora.

Chakraborty et al. (2020), en su estudio *Evaluación de diferentes dosis hormonales para el desove inducido en peces de agua dulce*, realizado en el Central Institute of Freshwater Aquaculture (CIFA), Odisha, India, evidenciaron que las dosis intermedias de hormonas incrementaron la supervivencia larval en un 20% en comparación con los métodos tradicionales, optimizando así la eficiencia reproductiva en acuicultura.

Mendoza et al. (2020), en su trabajo *Eficacia de inductores hormonales en estanques semi-controlados*, desarrollado en la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP), Iquitos, Loreto, Perú, reportaron un 85% de éxito en desoves inducidos. Su estudio valida la efectividad de los inductores hormonales en sistemas acuícolas de bajo costo y condiciones semi-controladas.

Rodríguez Chu (2020), en su tesis de pregrado *Desove inducido de gamitana en la Estación Pesquera Ahuashiyacu*, realizada en el IIAP, Tarapoto, San Martín, Perú, alcanzó un 94% de éxito en desoves inducidos mediante el uso de extractos hormonales de paiche y carpa. Su estudio resalta la obtención de larvas de alta calidad y la eficacia del método en la región.

Alvarado et al. (2020), en su artículo *Uso combinado de extractos hormonales y manejo intensivo*, publicado por el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Cusco, Perú, reportaron una tasa de supervivencia larval del 70%. Su estudio demuestra que la combinación de manejo hormonal con condiciones ambientales intensivas optimiza el éxito reproductivo en ecosistemas de altura.

Ortega et al. (2020), en su tesis de pregrado *Comparación de inductores sintéticos y naturales en desoves inducidos*, desarrollada en el Proyecto Especial Alto Huallaga, Tarapoto, San Martín, Perú, evidenciaron que los inductores hormonales naturales produjeron larvas más resistentes, con una viabilidad del 85%. Su investigación destaca a los inductores naturales como una alternativa más eficiente frente a los sintéticos.

Orozco et al. (2019), en su artículo *Uso de inductores hormonales naturales en peces amazónicos*, publicado por el Instituto Nacional de Acuicultura y Pesca (INAPESCA), Mérida, México, lograron una tasa de eclosión del 90%. Su estudio sugiere que los métodos basados en inductores naturales pueden ser igualmente efectivos y más sostenibles para la acuicultura amazónica.

Castillo (2019), en su tesis de pregrado *Evaluación del uso de hipófisis de paiche en desoves inducidos*, realizada en la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), Lima, Perú, reportó una tasa de eclosión del 88%, además de una reducción del tiempo de desove en un 15%. Estos resultados evidencian la eficiencia del uso de extractos hormonales de paiche en la reproducción inducida.

Finalmente, el artículo *Protocolos combinados de manejo hormonal y ambiental en reproducción inducida*, desarrollado en la Estación Pesquera Ahuashiyacu (2019) y publicado por el IIAP, Tarapoto, San Martín, Perú, alcanzó un 90% de fertilización. Su estudio resalta que la combinación de manejo hormonal y ambiental es un factor clave para la optimización del proceso reproductivo de *Colossoma macropomum*.

## **3.2. Bases teóricas científicas**

### **3.2.1. Mecanismo hormonal de los peces**

El mecanismo hormonal en los peces inicia en el cerebro, en respuesta a condiciones ambientales necesarias para la reproducción. Los cambios climáticos, como las lluvias y la variación de temperatura, radiación solar y fotoperíodo, alteran los parámetros del agua, lo que a su vez influye en el sistema nervioso central de los peces. (Martínez et al. ,2021)

### **3.2.2. Estimulación ambiental y señalización hormonal**

El mecanismo hormonal en los peces se inicia en el cerebro en respuesta a condiciones ambientales necesarias para la reproducción. Factores como las lluvias, variaciones de temperatura, radiación solar y imagenperíodo alteran los parámetros del agua, influyendo en el sistema nervioso central de los peces. Estas alteraciones ambientales son detectadas por receptores específicos en el cerebro, que envían señales al hipotálamo. Este órgano endocrino, situado en la base del cerebro, regula diversas funciones orgánicas mediante la secreción de hormonas, destacando la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH), que es crucial para la activación de la hipófisis. demostraron que los cambios en el imagenperíodo estimulan directamente la producción de GnRH, desencadenando la maduración sexual en peces tropicales. (González y Pérez ,2020)

### **3.2.3. Producción de hormonas gonadotrópicas**

La hipófisis, al recibir la señal de la GnRH, libera gonadotropinas (GTH I y GTH II). Estas hormonas desempeñan un papel esencial en la vitelogénesis y espermatogénesis, actuando sobre las gónadas a través del torrente sanguíneo. Comprender la naturaleza de estas hormonas es fundamental para desarrollar análogos sintéticos que permitan inducir la maduración final de los gametos bajo condiciones controladas. La administración de GnRH

en peces amazónicos mejoró la sincronización ovulatoria en un 40%, aumentando la eficiencia reproductiva. (Castillo, 2019)

#### **3.2.4. Preparación para la reproducción**

Durante la preparación de reproductores en las cuales la reproducción no sigue su cauce tal cual como sucede de forma natural, es de importancia consideran factores como la densidad de siembra, la calidad del agua y la alimentación, para inducir de forma certera la hormona y alcanzar el éxito durante a reproducción controlada. Normalmente, los peces alcanzan la madurez en diciembre; sin embargo, para lograr una maduración completa, algunos peces, como la gamitana, necesitan migrar hasta 3000 km para estimular naturalmente la producción de hormonas hipofisiarias. En este proceso, las hormonas como la HCR juegan un papel importante para estimular la maduración final de manera controlada. (Rodríguez et al., 2022)

#### **3.2.5. Evaluación del estado de madurez sexual**

Fernández y López (2023) determinaron que el estado de madurez sexual, se consideran aspectos fenotípicos como la coloración de la papila, el abultamiento del vientre y la consistencia. Sin embargo, un método más preciso consiste en el análisis del óvulo en relación con la posición del núcleo, también denominado canulación intraovárica permite también evaluar la coloración y madurez de los óvulos utilizando un líquido que enciende la coloración del núcleo y hace translucido al espacio periplasmático del ovulo (AFA: Alcohol, Formal, y Ácido acético); a continuación se detalla:

- **Núcleo central** (no maduro): extrínseco e inadecuado para la inducción.
- **Migración o excéntrica del 50%**: apto para inducción.

- **Núcleo periférico:** aumenta las probabilidades de fertilización, ya que está más cerca del micropilo, facilitando la llegada del espermatozoide.

### **3.2.6. Consideraciones finales sobre la inducción hormonal**

Cuando se identifican núcleos excéntricos, es recomendable aumentar la dosis de la hormona durante la fase desencadenante de la aplicación hormonal. Asimismo, la motilidad del espermatozoide se debe verificar para asegurar altas probabilidades de éxito en la reproducción inducida. Todos estos aspectos de evaluación y preparación son cruciales para maximizar las tasas de fertilización y el éxito en los programas de reproducción controlada (Mendoza et al., 2024)

### **3.3. Objetivos del trabajo de suficiencia profesional**

El presente trabajo de suficiencia profesional tiene como objetivo principal evaluar la eficiencia de la aplicación de inductores hormonales en la estimulación del desove y la obtención de postlarvas de *Colossoma macropomum*.; asimismo, los procedimientos para obtener buenos resultados en el levante de post larvas hasta iniciar la etapa de alevinaje. En consecuencia, este trabajo servirá como referencia para la implementación de un protocolo validado de todos los procedimientos para la producción de semilla (reproducción inducida) que serán aplicadas de manera estandarizada en la Estación Pesquera Ahuashiyacu – EPA. (Mendoza et al., 2024).

## IV. DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA

### 4.1. Tasa de fecundación y eclosión

La determinación de la tasa de fecundación y de eclosión constituye una etapa clave para evaluar la eficiencia del proceso de reproducción inducida en *Colossoma macropomum*. A continuación, se describen de forma detallada los procedimientos realizados para estimar dichos indicadores.

#### Fecundación de los ovocitos

Una vez cumplido el tiempo de respuesta postinducción hormonal (212 horas-grado), se procedió al ordeño de las hembras para la extracción de ovocitos maduros (ver imagen 9 de anexo). Los ovocitos fueron recolectados en recipientes plásticos secos, pesados previamente, y se evitó el contacto con agua en esta etapa para no activar prematuramente la membrana micropilar.

Tabla 1. Dosificación e inducción hormonal de reproductores de *Colossoma macropomun* (gamitana)

TANQUE	ESPECIE	SEXO	PESO (kg)	LONG. (cm)	Hormona (dosis)	DOSIS HORMONAL (ml)		
						Dosis Total (ml)	1ra Dosis (20%)	2da Dosis (80%)
T1	Gamitana	Hembra	9.25	78	Conceptase (1.3/kg)	12.025	2.41	9.62
T6	Gamitana	Hembra	9.65	77		12.545	2.51	10.04
T4	Gamitana	Macho	6.15	72		7.995	4.00	4.00
T5	Gamitana	Macho	6.15	72		7.995	4.00	4.00
	Gamitana	Macho	6.15	71		7.995	4.00	4.00

Fuente: Elaboración propia

Simultáneamente, se ordeñaron los machos previamente inducidos, extrayendo el esperma directamente en el recipiente que contenía los ovocitos (ver imagen 8 de anexo). A continuación, se mezclaron ambos gametos mediante movimientos suaves y circulares utilizando una pluma de ave seca, durante aproximadamente 1 minuto, lo que permitió la fertilización (ver imagen 10 de anexo).

Posteriormente, se procedió a la hidratación de los huevos mediante la adición paulatina de agua, realizando tres lavadas consecutivas con el objetivo de eliminar restos de esperma no utilizado y facilitar la activación embrionaria.

### **Determinación de la tasa de fecundación y/o viabilidad**

Para estimar la tasa de fecundación y viabilidad embrionaria, se tomaron cuatro muestras aleatorias de huevos incubados, cada dos horas post fecundación (HPF), hasta llegar a las 12 HPF. Las muestras fueron colocadas en placas Petri y observadas bajo lupa estereoscópica.

Los huevos fecundados o viables se identificaron por su aspecto translúcido, simetría, y desarrollo embrionario visible (segmentación celular progresiva). En contraste, los huevos no viables presentaron coloración blanquecina, forma irregular o signos de degeneración.

Se utilizó la siguiente fórmula para el cálculo:

$$TF (\%) = \left( \frac{\text{Número de huevos viables}}{\text{Número total de huevos observados}} \right) \times 100$$

Los resultados mostraron una tasa de fecundación inicial de 91.6 % a las 2 HPF, disminuyendo progresivamente hasta 80.3 % a las 12 HPF, producto de pérdidas naturales durante el desarrollo temprano (Tabla 2).

Tabla 2. Tasa de fecundación y/o viabilidad de huevos de *Colossoma macropomun* (gamitana)

MUESTRAS	HUEVOS VIABLES Y NO VIABLES	HORAS POST FECUNDACIÓN					
		2 HPF	4 HPF	6 HPF	8 HPF	10 HPF	12 HPF
M1	HF/V	50	65	71	76	98	71
	HNF/V	3	7	10	13	17	19
M2	HF/V	58	55	71	73	91	68
	HNF/V	3	6	10	13	19	20
M3	HF/V	28	62	61	78	82	82
	HNF/V	6	8	8	12	16	18
M4	HF/V	39	59	58	69	95	88
	HNF/V	4	8	9	14	18	19
Total de Huevos		191	270	298	348	436	385
Total Huevos Fecundados/Viables		175	241	261	296	366	309
Total Huevos No Fecundados/Viables		16	29	37	52	70	76
<b>Tasa de viabilidad (%)</b>		<b>91.6</b>	<b>89.3</b>	<b>87.6</b>	<b>85.1</b>	<b>83.9</b>	<b>80.3</b>

Fuente: Elaboración propia

HF/V = Huevos Fecundados/Viables

HNF/V= Huevos No Fecundados/Viables

HPF = Huevos Fecundados/Viables

### Incubación y monitoreo embrionario

Los huevos fecundados fueron colocados en incubadoras tipo Woynarovich de 200 L, con un flujo constante de agua entre 1.5 y 2.0 L/minuto, a una temperatura promedio de 26–27 °C y niveles de oxígeno disuelto de 5.6 mg/L.

Durante la incubación, se realizó un seguimiento del desarrollo embrionario mediante microscopía, observando los principales estadios: cigoto, clivaje, blástula, gástrula, organogénesis y finalmente la eclosión (ver imagen 12 de anexo). La duración del proceso de incubación hasta la eclosión fue de aproximadamente 14 horas post fecundación, bajo las condiciones mencionadas.

### Determinación de la tasa de eclosión

Al cumplirse el tiempo de incubación, se procedió a cosechar las larvas mediante sifoneo hacia recipientes plásticos con volumen controlado. Posteriormente, se tomaron tres submuestras de

160 ml por incubadora para realizar el conteo volumétrico de larvas, siguiendo el método de extrapolación.

Dado que se incubaron aproximadamente 905,000 huevos, con base en los 905 g de ovocitos colectados (1,000 huevos/g), y se obtuvo un total estimado de 519,285 larvas, se calculó la tasa de eclosión con la fórmula:

$$TF (\%) = \left( \frac{\text{Número de huevos viables}}{\text{Número total de huevos incubados}} \right) \times 100$$

$$TF (\%) = \left( \frac{519,285}{905,000} \right) \times 100 = 57.4\%$$

Este valor indica un nivel medio de eficiencia en la eclosión, influenciado por factores como temperatura, oxígeno disuelto, calidad de gametos y manejo durante la incubación.

#### **4.2. Desarrollo embrionario de huevos**

El desarrollo embrionario de *Colossoma macropomum* fue monitoreado desde la fecundación hasta la eclosión, con el objetivo de identificar y caracterizar las diferentes fases morfológicas que atraviesan los huevos fecundados durante el proceso de incubación. Este seguimiento es fundamental para evaluar la viabilidad y normalidad del desarrollo, así como para detectar alteraciones que puedan afectar la calidad de las larvas obtenidas.

##### **Metodología de observación**

Durante la incubación, se extrajeron muestras de huevos fecundados de las incubadoras a intervalos regulares de una hora post fecundación (HPF). Estas muestras fueron colocadas en placas Petri con agua a temperatura controlada y observadas bajo un microscopio estereoscópico.

Se identificaron las principales etapas del desarrollo embrionario, considerando la cronología y las características morfológicas descritas para la especie. Para una mejor visualización de la posición y estado de los núcleos ovocitarios, se empleó ocasionalmente la solución SERRA (60 % alcohol, 30 % formol, 10 % ácido acético), la cual permite aclarar los ovocitos.

### Etapas del desarrollo embrionario

El proceso embrionario completo hasta la eclosión tuvo una duración de aproximadamente 14 horas post fecundación, bajo condiciones de temperatura promedio de 26–27 °C. A continuación, se describen las etapas observadas:

Tabla 3. Cronología y descripción de características de los periodos del desarrollo embrionario de huevos *Colossoma macropomun*

TIEMPO POST FECUNDACIÓN	ESTADÍO O PERIODO	CARACTERÍSTICAS OBSERVADAS
0.15 HPF	Huevo Hidratado	Espacio perivitelino amplio en relación de la membrada y el núcleo
0:30 HPF	Cigoto	Blastodisco unicelular, diferenciación del polo animal y vegetal.
0:45 HPF	Clivaje	Primer corte o clivaje, originando 2 blastómeros.
1:00 HPF		Tercer corte en un plano vertical y paralela, originando 8 blastómeros. Disposición: 4 x 2
1:30 HPF		Cuarto corte en un plano vertical y paralela a la segunda división, originando 16 blastómeros. Disposición: 4 x 4
2:00 HPF		Quinto corte en un plano vertical y paralelo a la primera división, originando 32 blastómeros. Disposición: 4 x 8
3:00 HPF		Sexto corte en un plano horizontal a dos capas de células, originando 64 blastómeros.
4:00 HPF		Blástula
5:00 HPF	Gástrula	Formación del anillo de germinación, movimientos epibólicos 50 %
6:00 HPF		Movimientos epibólicos 70 %
7:00 HPF		Formación del eje cráneo-caudal, movimientos epibólicos 95 %
8:00 HPF		Diferenciación de la cabeza-cola y la espina dorsal rudimentaria con presencia de los primeros somitos
9:00 HPF	Organogénesis	Diferenciación de la vesícula óptica en la región de la cabeza y la vesícula Kupffer pegada en la aleta caudal
10:00 HPF		Separación de la aleta caudal del vitelo
11:00 HPF		Región cefálica diferenciada unida al tubo vitelino, presencia del corazón y una cola libre
12:00 HPF		Primeros movimientos de la cola y deterioro de la membrana (corion)
14:00 HPF	Eclosión	90 % de eclosión. Presencia de larvas con órganos rudimentarios y diferenciados, nado errático y presencia de cromatóforos en la zona del vitelo

#### 4.2.1. Supervivencia de post larvas

Tras completarse la eclosión de larvas de *Colossoma macropomum*, se procedió a la siembra de las mismas en 10 artesas circulares de 250 litros de capacidad cada una. En estas unidades permanecieron entre 8 a 10 días hasta alcanzar el estado de postlarvas, es decir, una vez culminada la absorción del saco vitelino y con un sistema digestivo funcional.

Durante esta etapa, las larvas fueron alimentadas exclusivamente con fitoplancton y zooplancton, recursos tróficos esenciales para el desarrollo inicial, asegurando una alta disponibilidad de alimento natural y reduciendo la mortalidad por inanición. Las condiciones de cultivo fueron monitoreadas constantemente para mantener niveles adecuados de calidad de agua.

#### Conteo de postlarvas

Finalizada la etapa de larvicultura, se realizó el conteo estimado de postlarvas viables utilizando el método de volumetría, basado en la recolección de muestras representativas (3 submuestras de 120 ml cada una) en cinco de los tanques circulares. Este método permitió proyectar el número total de organismos presentes por volumen total, extrapolando a la totalidad del contenido de cada arteza.

Tabla 4. Estimación de postlarvas viables mediante conteo volumétrico

Tanque	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Promedio por muestra	Total estimado de postlarvas
1	2,332	2,269	1,938	2,180	36,328
2	1,248	1,297	1,318	1,288	40,240
3	1,189	1,032	1,078	1,100	34,365
4	1,329	1,310	1,448	1,362	42,573
5	1,683	1,946	2,013	1,881	58,771
<b>Total</b>					<b>212,277</b>

Total postlarvas viables obtenidas (estimación para las 10 artesas): 403,625

### Cálculo de la tasa de sobrevivencia

Para estimar la tasa de sobrevivencia de postlarvas, se relacionó el número total de postlarvas obtenidas con el número de larvas eclosionadas previamente (519,285 larvas), usando la siguiente fórmula:

$$TS (\%) = \left( \frac{\text{Número de postlarvas viables}}{\text{Número total de larvas eclosionadas}} \right) \times 100$$

$$TS (\%) = \left( \frac{403,625}{519,285} \right) \times 100 = 77.7\%$$

### 4.3. Programación específica

Las actividades realizadas en el presente trabajo de suficiencia profesional estuvieron comprendidas en un periodo de 5 meses, de las cuales se muestra la programación específica en la siguiente tabla.

Tabla 5. Programación específica de las actividades realizadas

ACTIVIDADES					
Meses	Estabulación de reproductores	Mantenimiento de infraestructura acuícola	Eventos reproductivos	Eventos reproductivos	Redacción del trabajo de suficiencia profesional
1	X				
2		X			
3			X	X	
4				X	
5					X

Fuente: Elaboración propia

## CONCLUSIONES

- ✓ Los tratamientos hormonales aplicados con Conceptase (1.3 ml/kg) y Gestar (2.6 ml/kg) en reproductores de *Colossoma macropomum* (gamitana) fueron efectivos, generando una adecuada respuesta fisiológica en los ejemplares seleccionados. Se logró inducir con éxito el desove mediante la administración en dosis parciales, cumpliendo el objetivo de estimular la reproducción en condiciones controladas.
- ✓ Se obtuvo una tasa de fecundación y viabilidad máxima del 91.6 % a las 2 horas post fecundación (HPF), con una tasa de eclosión final de 57.4 %, lo que evidencia una eficiencia reproductiva aceptable dentro de los rangos esperados para especies amazónicas bajo inducción hormonal, cumpliendo con el segundo objetivo específico.
- ✓ El seguimiento del desarrollo embrionario permitió identificar y caracterizar con precisión todas las etapas, desde el cigoto hasta la eclosión, incluyendo clivaje, blástula, gástrula y organogénesis. Estas observaciones, realizadas con placas Petri y microscopía, permitieron describir una cronología clara del proceso embrionario, cumpliendo con el tercer objetivo específico.
- ✓ Durante la etapa de levante, las postlarvas alcanzaron una tasa de sobrevivencia del 77.7 %, valor que refleja un manejo eficiente en el sistema larval, con alimentación a base de fitoplancton y zooplancton y condiciones ambientales controladas. Este resultado permitió cumplir el cuarto objetivo específico sobre la sobrevivencia post-eclosión.
- ✓ Los resultados obtenidos en cada fase del proceso desde la inducción hormonal, fecundación, eclosión hasta el levante de postlarvas demuestran una respuesta reproductiva eficiente y técnicamente controlada en *Colossoma macropomum*. Esto respalda la viabilidad del protocolo aplicado en la estación pesquera Ahuashiyacu para futuras campañas de reproducción inducida.

## RECOMENDACIONES

- ✓ Considerar la evaluación comparativa entre inductores hormonales sintéticos (Conceptase y Gestar) y extractos de origen natural (como la pituitaria de carpa o paiche), con el fin de identificar alternativas más eficientes y accesibles para la reproducción inducida de *Colossoma macropomum*.
- ✓ Desarrollar protocolos técnicos estandarizados de reproducción inducida en peces amazónicos, que integren procedimientos desde la selección de reproductores hasta la etapa de postlarvas, a partir de los resultados obtenidos en la presente experiencia.
- ✓ Implementar registros sistemáticos de parámetros reproductivos (tasa de fecundación, viabilidad, eclosión y supervivencia), así como de variables ambientales (temperatura, oxígeno, pH), que permitan mejorar la eficiencia del proceso en ciclos sucesivos.
- ✓ Fomentar la capacitación continua del personal técnico en técnicas de inducción hormonal, manejo de reproductores y control de calidad de agua, con el fin de asegurar condiciones óptimas para el éxito reproductivo y la supervivencia larval.

## BIBLIOGRAFÍA

Alvarado, P., Sánchez, L., & Cabrera, R. (2020). *Uso combinado de extractos hormonales y manejo intensivo*. Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Cusco, Perú. *Revista Peruana de Investigación Acuícola*, 17(2), 55-60.

Castillo, L. (2019). *Evaluación del uso de hipófisis de paiche en desoves inducidos* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), Lima, Perú.

Chakraborty, A., Das, S., & Panda, R. (2020). *Evaluación de diferentes dosis hormonales para el desove inducido en peces de agua dulce*. Central Institute of Freshwater Aquaculture (CIFA), Odisha, India. *Indian Journal of Fisheries*, 67(1), 45-55.

Conservation International Perú. (2023). *Proyecto de acuicultura sostenible impulsa reconversión productiva y conservación en Moyobamba*.

Estación Ahuashiyacu (2019). *Protocolos combinados de manejo hormonal y ambiental en reproducción inducida* (artículo). IIAP, Estación Pesquera Ahuashiyacu, Tarapoto, San Martín, Perú. *Revista Científica de Acuicultura*, 14(2), 77-82.

Flores, J., Pereira, F., & Santos, R. (2021). *Uso de extractos de hipófisis de carpa para la reproducción inducida de Colossoma macropomum*. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Manaus, Brasil. *Revista Brasileira de Aquicultura*, 34(2), 123-134.

García, F., Pérez, R., & López, M. (2022). *Uso combinado de extractos hipofisarios en la supervivencia de post larvas de Colossoma macropomum*. *Revista de Acuicultura Sostenible*, 18(2), 120–135.

Martínez, J., Rojas, L., & Torres, P. (2020). *Inductores hormonales y reducción del tiempo de ovulación en peces tropicales*. *Journal of Aquaculture Research*, 25(3), 45–58.

Mendoza, A., Quispe, J., & Herrera, S. (2020). *Eficacia de inductores hormonales en estanques semi-controlados*. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP), Iquitos, Loreto, Perú. *Revista de Acuicultura Amazónica*, 9(1), 77-85.

Murrieta-Morey, G., & Rengifo-Salgado, E. (2022). *Reproducción inducida de gamitana (Colossoma macropomum) usando extractos de pituitaria de carpa común y de paiche*.

Orozco, S., Valenzuela, M., & Ruiz, A. (2019). *Uso de inductores hormonales naturales en peces amazónicos*. Instituto Nacional de Acuicultura y Pesca (INAPESCA), Mérida, México. *Journal of Aquaculture Research*, 22(3), 112-125.

Ortega, T., Mendoza, J., & García, A. (2020). Comparación de inductores sintéticos y naturales en desoves inducidos (tesis de pregrado). Proyecto Especial Alto Huallaga, Tarapoto, San Martín, Perú.

Ramirez, C., Gómez, J., & Martínez, D. (2020). *Efectividad de análogos sintéticos de GnRH en sistemas de cultivo intensivo*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. *Revista Colombiana de Acuicultura*, 15(4), 201-210.

Rivera, P., & Vargas, M. (2021). *Reproducción inducida de la gamitana mediante hipófisis de paiche y carpa*. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), Iquitos, Loreto, Perú. *Peruvian Journal of Aquaculture*, 18(3), 89-98.

Rodríguez Chu, M. (2020). *Desove inducido de la gamitana en la Estación Pesquera Ahuashiyacu* (tesis de pregrado). IIAP, Estación Pesquera Ahuashiyacu, Tarapoto, San Martín, Perú.

Vargas, J., & Espinoza, R. (2021). *Uso de inductores hormonales locales en sistemas acuícolas económicos* (artículo). Universidad Nacional de San Martín (UNSM), Tarapoto, San Martín, Perú. *Revista de Investigación en Acuicultura*, 13(4), 123-130.

Silva, A., Hernández, C., & Vargas, J. (2021). *Aplicación de HCG en la reproducción de *Colossoma macropomum* bajo condiciones controladas*. *Investigaciones Amazónicas*, 12(4), 210-223.

Fernández, R., & López, M. (2023). Evaluación de la maduración ovárica y su impacto en la fertilización de peces tropicales. *Boletín de Investigación en Biotecnología Acuática*, 18(2), 102-117.

González, P., & Pérez, L. (2020). Estimulación ambiental y respuesta hormonal en la reproducción de especies amazónicas. *Revista de Endocrinología Acuática*, 14(1), 25-39.

Martínez, H., Gómez, C., & Ramírez, D. (2021). Regulación neuroendocrina de la reproducción en peces de aguas tropicales. *Journal of Aquatic Physiology*, 27(4), 78-92.

Mendoza, F., Torres, J., & Vargas, S. (2024). Protocolo estandarizado para la reproducción inducida de gamitana en la Estación Pesquera Ahuashiyacu. *Investigaciones en Acuicultura y Reproducción*, 20(1), 150-167.

Rodríguez, A., Silva, E., & Méndez, B. (2022). Técnicas de canulación intraovárica en la selección de reproductores de peces tropicales. *Revista Internacional de Biología Acuática*, 16(3), 210-225.

## ANEXOS



Imagen 1. Preparación y acondicionamiento de estanque para la siembra de las post larvas de gamitana.



Imagen 2. Limpieza y llenado de estanque de geomembrana.



Imagen 3. Fertilización de estanque para introducir nutrientes al agua para producir alimento vivo.



Imagen 4. Selección de reproductores, observación de las características sexuales externas.



Imagen 5. Canulación. Proceso de biopsia o canulación intra ovárica.

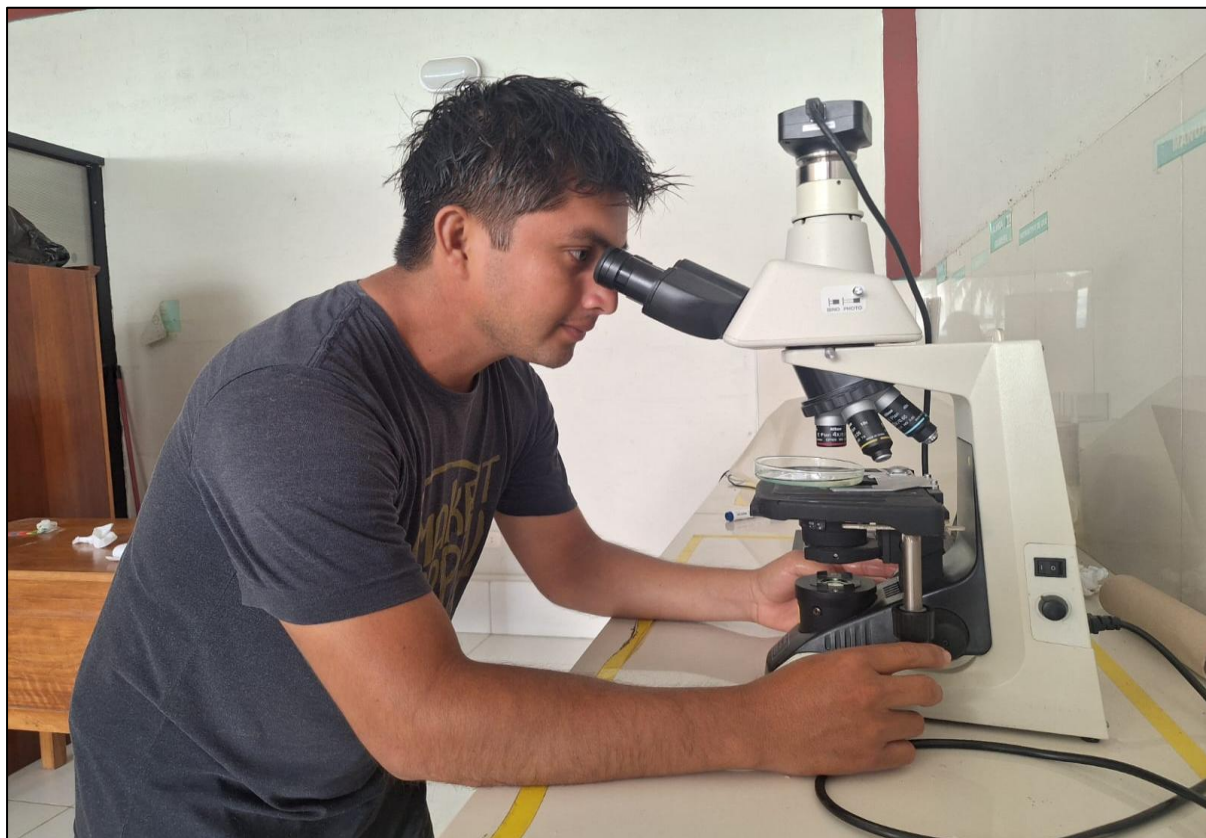


Imagen 6. Observación al microscopio. Proceso de observación de la maduración de los ovocitos.



Imagen 7. Evaluación biométrica. Realizado con la finalidad de observar las características biométricas (peso y talla.)



Foto 8. Inducción hormonal a reproductores. Suministro de dosis calculada de acuerdo al peso, talla y tipo de hormona utilizada.



Imagen 9. Desove. Proceso de ligeras presiones hasta la salida de los óvulos.



Imagen 10. Espermiación, fecundación e hidratación. Mezcla de los productos sexuales para llegar a la fecundación e hidratación.



Imagen 11. Siembra e incubación de huevos. Son colocados en las incubadoras de 200 litros de capacidad.



Imagen 12. Seguimiento del desarrollo embrionario mediante la observación al microscopio.



Imagen 13. Siembra de larvas a artesas. Proceso de distribución y siembra de larvas en las artesas.



Imagen 14. Alimentación de post larvas (plancton). Alimento primario tras la absorción del saco vitelino.



Imagen 15. Conteo de post larvas. Este proceso sirve para conocer la cantidad a sembrar en estanque.



Imagen 16. Alimentación de post larvas (artemia). Alimento nutritivo para las larvas.