

**EVALUACIÓN DE LA REPRODUCCIÓN INDUCIDA DE MOJARRA PATIANA
(*Mesoheros ornatus*) EN CONDICIONES DE CAUTIVERIO**



**ISABEL JUDID CAMPO CAMPO
JULIANA MARIA UNIGARRO CHARFUELAN**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
INGENIERÍA AGROPECUARIA
POPAYÁN
2023**

**EVALUACIÓN DE LA REPRODUCCIÓN INDUCIDA DE MOJARRA PATIANA
(*Mesoheros ornatus*) EN CONDICIONES DE CAUTIVERIO**



**ISABEL JUDID CAMPO CAMPO
JULIANA MARIA UNIGARRO CHARFUELAN**

**Proyecto de grado en la modalidad de investigación como requisito para
optar al título de ingeniera agropecuaria.**

**Director:
Ph.D. Crispulo Perea Román
M.Sc. Sandra Morales Velasco**

**Codirector:
M.Sc. Álvaro Renán Cajas Burbano**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA
POPAYÁN
2023**

NOTA DE ACEPTACIÓN

El director y los jurados han leído el presente trabajo, han escuchado la sustentación de este por sus autores y lo encuentran satisfactorio.

PhD. Crispulo Perea Román

M.Sc. Sandra Morales Velasco



Presidente del jurado

Lucena Vásquez Gamboa

Jurado

Wilmer Sanguino Ortiz

DEDICATORIA

Para ustedes que son mi guía en mis días más oscuros y compañía en los días cálidos, siempre están en mi corazón.

A Mamita Teresa, de usted he aprendido a ver felicidad en las pequeñas cosas, la lluvia, una hoja, una mariposa, los paisajes, el ruido del agua y en un buen libro, gracias por acompañarme estos 15 años siendo la mejor abuela, papá, mamá, hermana y consuelo; Usted se ha hecho acreedora de mis más grandes agradecimientos, por usted soy quien soy. A mi familia, a mis tíos, primos, gracias por ser incondicionales y llenarme el corazón con cada abrazo, palabra, risa y llanto. A mis amigos y en especial a mis PIXIZ por ser mi familia, por esas conversaciones interminables, por hacer su hogar mi hogar, por brindarme calma y paz, porque estando lejos o cerca siempre los siento junto a mí.

Juliana María Unigarro Charfuelan

Esta tesis se la dedico a Dios Él ha sido el que me ha guiado en este camino, me ha dado la fuerza para continuar mejorando mi vida, le dedico este trabajo a mi mamita María Zonia Campo que desde el principio me apoyó en esta etapa de mi vida con su amor, paciencia, dedicación y económicamente, a mi papá Elibardo Campo que ha sido un pilar importante de apoyo y entrega. A mi hermana Nesbi Campo y a Elvar Quina que han estado ahí en mis momentos de angustia, soledad y felicidad. A mis compañeros de estudio que cada uno con sus locuras, ideas, ocurrencias, risas, recochas, hicieron que esta carrera haya sido muy bonita, a los profesores que dedicaron un pedacito de su vida a compartir sus conocimientos con mucho amor dejaron una semilla sembrada en mi corazón.

Isabel Judid Campo Campo

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a todas las personas y entidades que se han involucrado en este proyecto; a la profesora Sandra Morales por guiarnos con tanta paciencia y cariño, al profesor Crispulo Perea por confiar en nuestras capacidades e incentivar el lado investigativo; al Centro Regional de Productividad e Innovación del Cauca - CREPIC, a la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca - AUNAP a la Corporación para la Investigación, gestión y desarrollo de la acuicultura-CORPOACUA por darnos la posibilidad de generar impactos positivos en la sociedad, a cada uno de los investigadores y demás personas implicadas por su compañerismo.

A todas las personas que trabajan en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad del Cauca, a los administrativos, personal de seguridad y aseo, y sobre todo a cada profesor, ya que han puesto un granito de arena en el crecimiento profesional y humano de cada uno de los que pisamos sus instalaciones, gracias por recibirnos y hacer sentir de esta facultad nuestro segundo hogar.

Agradecemos principalmente a Dios, a la vida, al universo por regalarnos esa energía en cada momento cada instante para continuar con esta investigación.

Gracias a los grupos de investigación NUTRIFACA y ASUBAGROIN de la Facultad de Ciencias Agrarias por permitirnos ser parte de su equipo investigador, por su apoyo tanto en conocimiento como en materiales y equipos para nuestra investigación.

Gracias a nuestros jurados a la profe Lucena y el profe Wilmer por dedicar el tiempo a este trabajo.

Gracias a nuestros padres por su apoyo, sacrificio, dedicación, amor, paciencia, entusiasmo para que sus hijos salieran adelante.

Gracias a cada persona que de una u otra forma aportó su granito de arena para que esta gran meta se hiciera realidad.

RESUMEN

En esta investigación se evaluó la reproducción inducida de (*Mesoheros ornatus*) en condiciones de cautiverio para maximizar la producción y viabilidad de las ovas de la especie, para ello se utilizaron 18 ejemplares de mojarra patiana (*Mesoheros ornatus*) con un peso promedio de 525 ± 15 g para hembras y 811 ± 52 g para machos; los cuales estaban adaptados a condiciones climáticas de la estación piscícola Pambio Ubicada en el municipio de Timbío - Cauca, fueron distribuidos en tres tratamientos T0 (reproducción en un medio similar al natural), T1 (Extracto Hipofisiario de Carpa (EPC) 5,5mg/Kg de peso vivo) y T2 (Gonadotropina Coriónica Humana (HCG) 4,5mg/Kg de peso vivo); se indujeron teniendo en cuenta el diseño completamente aleatorio (DCA) 3 x 3 (3 tratamientos y 3 réplicas para cada uno, las variables de respuesta analizadas fueron: peso en machos (Kg); peso en Hembras (Kg), Volumen de huevos colectado (mL) y número de huevos por mL.

No se presentaron diferencias estadísticas significativas ($P > 0,05$), en cuanto a la inducción con EPC o HCG, sin embargo biológicamente se puede decir que la inducción hormonal con EPC generó ovulación en las tres repeticiones siendo superior a la ovulación presentada con HCG. Lo que permite confirmar que esta especie si se puede reproducir en cautiverio con la ayuda de hormonas.

Palabras clave: Extracto Hipofisiario de Carpa (EHC), Gonadotropina Coriónica Humana (HCG), fertilización, especies nativas.

ABSTRACT

In this research It was evaluated the induced reproduction of (*Mesoheros ornatus*) under captive conditions to maximize the production and viability of the ovas of the species, for which 18 specimens of mojarra patiana (*Mesoheros ornatus*) were used with an average weight of 525 ± 15 g for females and 811 ± 52 g for males; which were adapted to climatic conditions of the fish station Pambio Located in the municipality of Timbío - Cauca, which were distributed in three treatments T0 (reproduction similar to the natural environment), T1 (Carp Hypophysial Extract (EPC) 5.5mg/kg live weight) and T2 (Human Chorionic Gonadotropin (HCG) 4.5mg/kg live weight); were induced taking into account the completely random design (DCA) 3 x 3 (3 treatments and 3 replicates for each, the response variables analyzed were: weight in males(Kg); weight in females(Kg), volume of eggs collected (mL) and number of eggs per mL.

There were no significant statistical differences ($P > 0.05$) regarding induction with EPC or HCG, however, it can be said that hormonal induction with EPC generated ovulation in the three repetitions being superior to ovulation presented with HCG. This allows us to confirm that this species can reproduce in captivity with the help of hormones.

Keywords: Carp Hypophysial Extract (EHC), Human Chorionic Gonadotropin (HCG), fertilization, native species.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	13
1. MARCO REFERENCIAL	15
1.1 DISTRIBUCIÓN DE LA <i>MESOHEROS ORNATUS</i>	15
1.1.1 Estado mundial y nacional acuícola.	16
1.1.1.1 Producción e importancia de la acuicultura a nivel mundial.	16
1.1.1.2 Producción e importancia de la acuicultura a nivel nacional.	16
1.2 MARCO TEÓRICO	16
1.2.1 Clasificación taxonómica de mojarra patiana (<i>Mesoheros ornatus</i>)	16
1.2.2 Morfología de la <i>Mesoheros ornatus</i> .	17
1.2.3 Bondades zootécnicas y hábito alimenticio de la mojarra patiana (<i>Mesoheros ornatus</i>).	18
1.2.4 Parámetros del agua para el desarrollo de mojarra patiana (<i>Mesoheros ornatus</i>).	18
1.2.5 Reproducción de la mojarra patiana (<i>Mesoheros ornatus</i>).	19
1.2.6 Técnicas de inducción.	19
1.2.7 La hipofisación.	19
1.2.8 Gonadotropina coriónica humana (hCG).	20
1.3 ANTECEDENTES	20
1.3.1 Estudios relacionados con las técnicas de inducción	20
2. METODOLOGÍA	24
2.1 LOCALIZACIÓN	24
2.2 MATERIAL BIOLÓGICO	24
2.2.1 Reproductores de mojarra patiana <i>Mesoheros ornatus</i> .	24
2.3 ACTIVIDADES Y MEDICIÓN DE PARÁMETROS	25
2.3.1 Plan de manejo.	25
2.3.2 Caracterización del agua de la estación piscícola Pambio, previa a realizar el proceso de inducción	25
2.3.2.1 Bocatoma.	25
2.3.3 Estanques	26
2.3.4 Evaluación de la condición de madurez de los reproductores de Mojarra patiana.	27
2.3.5 Revisión y selección de hembras	27
2.3.6 Selección de machos	28
2.3.7 Inducción a los reproductores de mojarra patiana (<i>Mesoheros ornatus</i>) mediante la aplicación de dosis de hormonas.	28
2.4 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO	29
2.4.1 Evaluación del proceso de fertilización y viabilidad de las ovas.	31
2.4.1.1 Hidratación de los óvulos fecundados..	31
2.4.1.2 Incubación de huevos.	31
2.4.1.3 Eclosión de huevos.	31
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
3.1 CARACTERIZACIÓN DEL AGUA	32
3.1.1 Temperatura.	32
3.1.2 El oxígeno disuelto.	33
3.1.3 PH	33

3.1.4 La dureza y la alcalinidad total.	33
3.1.5 Amonio total	33
3.2 EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE MADUREZ DE LOS REPRODUCTORES	33
3.2.1 Selección de Hembras.	34
3.2.2 Selección de Machos.	35
3.3 RESPUESTA A LA INDUCCIÓN HORMONAL	37
3.4 FECUNDIDAD	39
3.5 EVALUACIÓN DE LA FERTILIZACIÓN	40
3.5.1 Desarrollo embrionario.	41
4. CONCLUSIONES	43
5. RECOMENDACIONES	43
6. BIBLIOGRAFÍA	44
7. ANEXOS	55

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Taxonomía de <i>Mesoheros ornatus</i>	17
Cuadro 2. Parámetros de agua para el desarrollo de mojarra patiana	19
Cuadro 3. Tratamientos y variables de respuesta para la evaluación del tiempo de latencia y parámetros reproductivos en <i>Mesoheros ornatus</i>	30
Cuadro 4. Variables que se incluirán en las técnicas de desove y fertilización	30
Cuadro 5. Análisis físico químico del agua	32
Cuadro 6. Resultados obtenidos de pesos medios de reproductores de <i>Mesoheros ornatus</i>	33
Cuadro 7. Datos de volumen y cantidad de huevos como respuesta a los tratamientos	37

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Localización de la mojarra patiana (<i>Mesoheros ornatus</i>) en la cuenca del pacífico.	15
Figura 2. Morfología externa de la mojarra patiana (<i>Mesoheros ornatus</i>)	18
Figura 3. Estación piscícola Pambio.	24
Figura 4. Bocatoma.....	25
Figura 5. Desarenador del agua	25
Figura 6. Proceso de obtención de muestras de agua	26
Figura 7. Sistema de recirculación de agua con el tanque de almacenamiento y el biofiltro	26
Figura 8. Evaluación de la condición de madurez de los reproductores	27
Figura 9. Selección de hembras	27
Figura 10. Selección de machos	28
Figura 11. Proceso de inducción de reproductores, desove y fertilización.	29
Figura 12. Proceso de hidratación e incubación de huevos	31
Figura 13. Peso promedio en hembras	34
Figura 14. a y b. Características de la fase reproductiva en hembra	35
Figura 15. Ovocito al microscopio con el núcleo migrando	35
Figura 16. Pesos machos	36
Figura 17. Consistencia lechosa del semen	36
Figura 18. Volumen de ovas promedio producido en cada tratamiento	38
Figura 19. Conteo de huevos en un mL de muestra por tratamiento	39
Figura 20. Medida y tamaño de una ova.	40
Figura 21. Diferencia de color en la fertilización de las ovas.	40
Figura 22. Desarrollo embrionario de mojarra patiana	41
Figura 23. Infestación de hongos en los huevos de <i>Mesoheros ornatus</i>	42

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Protocolo del cálculo de las dosis de las hormonas	55
Anexo B. Tabla de parámetros fisicoquímicos del agua de la estación piscícola de Pambio	57
Anexo C. Tabla de registro de peso y volumen colectado para tratamientos y repeticiones.	58
Anexo D. Tabla de registro de temperatura.	59
Anexo E. Registro de desove y fertilización	60

A. INTRODUCCIÓN

Colombia presenta potencial para el desarrollo de la acuicultura, sustentado en que es un país tropical con temperaturas relativamente estables, posee todos los pisos térmicos y una vasta red fluvial que recorre todo el territorio (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO, 2022). En la última década el sector acuícola ha crecido (10,06% anual), el desarrollo y consolidación del sector ha sido lento a pesar de contar con grandes espejos de agua y terrenos aptos que le otorgan un gran potencial para el desarrollo de la producción piscícola, la cual se sustenta principalmente en tres especies que representan el 93% del total de la actividad nacional; tilapia con el 58%, seguida de la cachama con 19,0% y en tercer lugar la trucha con el 16%; de las cuales, dos son introducidas (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural - MADR, 2021).

El desconocimiento del potencial de las especies nativas del país y el poco desarrollo de acciones para su preservación, ha conllevado a una disminución de ejemplares y pérdida de biodiversidad en las cuencas principalmente por (sobrepesca, minería y desechos industriales, comercio ilegal, deforestación, cambio climático y depredación por el manejo inadecuado de las especies introducidas), llegando a ser especies catalogadas como amenazadas y/o en peligro de extinción (Mojica *et al.*, 2012).

El éxito de la piscicultura como una industria se debe en gran parte al progreso en la obtención continua y estable de alevinos. No obstante, la mayoría de las especies nativas de reciente incorporación a programas productivos aún se encuentran en etapas muy tempranas en desarrollo tecnológico e investigativo sobre su reproducción y potencial productivo (Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca - AUNAP, 2014).

La importancia de desarrollar la piscicultura con especies nativas es porque constituyen un elemento importante en la economía y dieta de los humanos, además, sus características particulares se prestan para estudios de comportamiento, ecología, evolución, genética, fisiología y como indicadores de contaminación (Cala, 2019).

Se han desarrollado investigaciones encaminadas en el desarrollo de técnicas de reproducción y aprovechamiento de la biodiversidad acuícola (Mojica *et al.*, 2017), dentro de los cuales se destacan estudios en reproducción de especies nativas (*Brycon moorei*, *Prochilodus reticulatus*, *Piaractus brachypomus*, *Prochilodus nigricans* y *Colossoma macropomum*) con fines de repoblamiento (Atencio, 2001); se han obtenido resultados exitosos de algunas sustancias inductoras como: extractos de hipófisis, extracto pituitario y análogos de gonadotropina, dada la baja viabilidad de las ovas, traducido en poca cantidad de alevinos, situación causada posiblemente por las condiciones del medio para su reproducción (Atencio, 2001). para el mejoramiento de su productividad se requieren una serie de mecanismos y medios tecnológicos que faciliten y perfeccionen las condiciones de reproducción de los peces haciendo que esta economía tenga un plus de tecnificación (MADR, 2018).

La vertiente del pacífico colombiano, se caracteriza por presentar diferentes afluentes hacia departamento del Cauca, que conforman la red hídrica de la cuenca del río Patía y Mira; hábitat de la especie *Mesoheros ornatus*, conocida por los locales como Mojarra patiana, la cual presenta un alto potencial para el desarrollo piscícola de la región (Froese & Pauly, 2020), dadas sus características morfológicas (talla y peso) y estenotípicas, que le confieren un potencial promisorio (alta productividad) (ASOPESPA, 2018). Sin embargo, la contaminación por la minería, generación hidroeléctrica, alta presión de pesca, ampliación de la frontera agrícola, agroindustria (Valderrama, 2019), el uso de pesticidas como el glifosato (González *et al.* 2012) generan pérdida del hábitat natural y disminución en las poblaciones de especies nativas.

Por lo anterior, esta investigación se justifica en el desarrollo de acciones encaminadas a maximizar la producción y viabilidad de ovas en condiciones de cautiverio de la mojarra patiana (*Mesoheros ornatus*), para su posterior uso en repoblamiento (preservación de la especie) y mejora de la seguridad alimentaria de las familias aledañas a estas fuentes hídricas; al igual, que la evaluación del potencial acuícola de la especie en el ámbito nacional.

Para el desarrollo de este proyecto se tuvieron en cuenta los siguientes objetivos: evaluar la reproducción inducida de *Mesoheros ornatus* en condiciones de cautiverio en la estación piscícola Pambio para maximizar la producción y viabilidad de las ovas; para lo cual se determinó la condición de madurez de *M. ornatus* para la inducción en condiciones experimentales, se realizó la inducción a los reproductores mediante la aplicación de dosis de hormonas para estimular la producción de gametos (ovas y semen) y evaluación del proceso de fertilización y viabilidad de ovas mediante la medición de parámetros técnicos en condiciones controladas para la validación de la técnica de reproducción inducida.

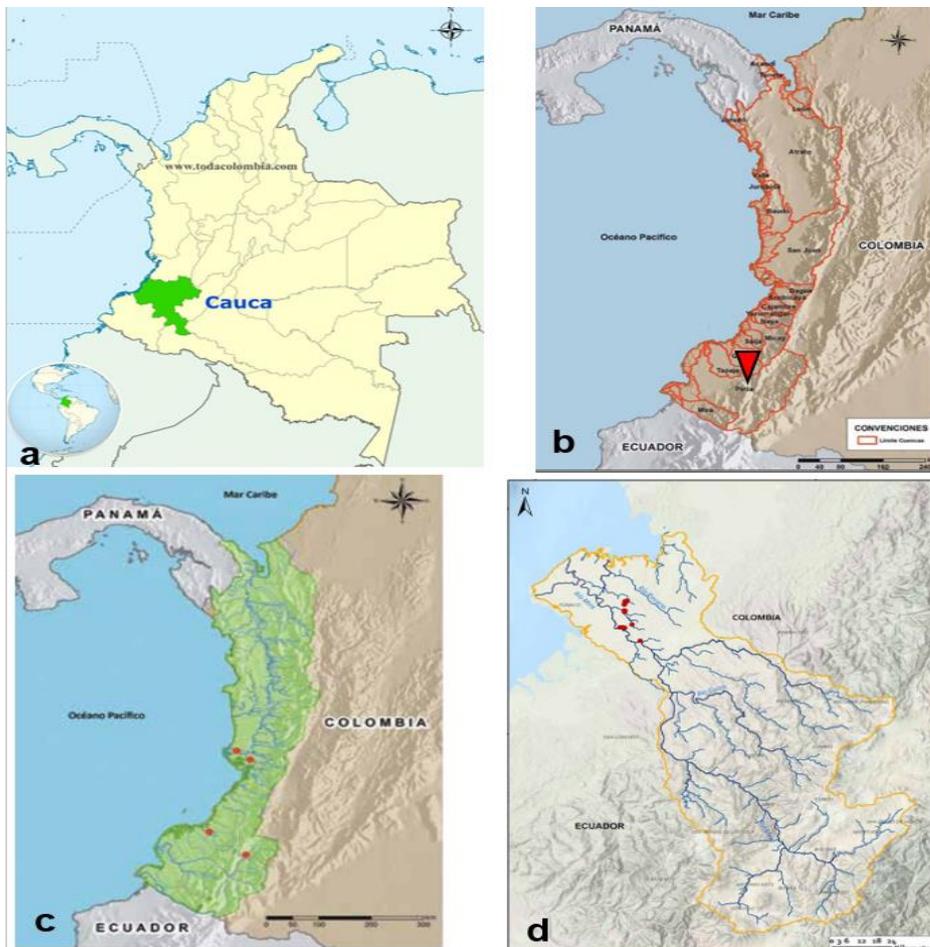
1. MARCO REFERENCIAL

1.1 DISTRIBUCIÓN DE LA *MESOHEROS ORNATUS*

La especie es considerada nativa de la zona noroccidental del Ecuador, el Chocó biogeográfico, las cuencas de los ríos Mira, Patía y otras del Pacífico colombiano. Está distribuido en las cuencas mencionadas y otras como los ríos Durango y St. Javier en Ecuador, todas con drenaje al Océano Pacífico (Mejía, 2007).

Habita principalmente en zonas de remanso en las orillas de los ríos grandes y quebradas en donde hay acumulación de vegetación y palizadas sumergidas, al igual que en aquellos sectores del cauce que presentan muy poca pendiente (Ortega-Lara 2004). Este estudio se desarrollará con especímenes provenientes del río Patía departamento del Cauca; la ubicación se observa en la Figura 1.

Figura 1. Localización de la mojarra patiana (*Mesoheros ornatus*) en la cuenca del pacífico.



a. Ubicación del Cauca, b. Cuenca del Patía, c. *M. ornatus* en chocho biogeográfico, d. *M. ornatus* en la cuenca del río Mira
Fuente: Martínez, (2019); Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC. (2020); Ríos y Herrera (2020).

1.1.1 Estado mundial y nacional acuícola. A continuación, se muestra el estado actual y la importancia de la acuicultura a nivel nacional y mundial.

1.1.1.1 Producción e importancia de la acuicultura a nivel mundial. En el año 2020, la producción mundial de animales acuáticos estimada fue de 178 millones de toneladas representada en la pesca de captura con un (51%) y la acuicultura con el (49%); además de la producción de 36 millones de toneladas de algas con su mayor porcentaje de procedencia de acuicultura marina (FAO, 2022).

De la producción total de animales acuáticos el (89%) se empleó para el consumo humano mientras el porcentaje restante (11%) se destinó a fines no alimentarios principalmente para la producción de harina y aceite de pescado. El consumo per cápita de alimentos acuáticos de origen animal entre el año 1961 y 2019 aumento alrededor de un (1,4%) al año, pasando de 9,0 kg a 20,5 kg debido al incremento de suministros, cambio de preferencias de los consumidores, avances en la tecnología y aumento de los ingresos (FAO, 2022).

1.1.1.2 Producción e importancia de la acuicultura a nivel nacional. En el ámbito nacional, el consumo per cápita de pesca y acuicultura en 2021 fue de 9,6 Kg, donde el sector género 53.805 empleos directos y 161.416 indirectos. Esto sustentado en el incremento de la producción acuícola, el cual varió de 82.622 a 179.351 toneladas entre el 2011-2020, el cual aporta el 0.3% del PIB Nacional y 3,3% en el PIB Agropecuario. Entre los departamentos con mayor producción piscícola está el Huila con el 39%, seguido por Meta con el 11%, Tolima 9%, Cundinamarca – Boyacá 6%, Antioquia 4% y Córdoba con 3%. En cuanto al Cauca la participación en la producción es de 2%, y el 3% en Unidades de Participación Agropecuaria (MADR, 2021)

1.2 MARCO TEÓRICO

1.2.1 Clasificación taxonómica de mojarra patiana (*Mesoheros ornatus*). Según McMahan *et al.*, (2015) la mojarra patiana inicialmente fue clasificada en el año 1905 por el ictiólogo británico Charles Tate Regan, con la combinación: *Cichlosoma ornatum*. En el año 2015 dichos ictiólogos lo trasladaron al género *Mesoheros* porque se construye como “meso” que en idioma castellano es utilizado como una de las maneras de distinguir al territorio comprendido entre América del Norte y del Sur, es decir Centroamérica (ergo: Mesoamérica), dado que estos cíclidos sudamericanos forman un conjunto filogenéticamente anidado en un claro de cíclidos mesoamericanos (McMahan *et al.*, 2015).

La segunda parte del término ("heros") se refiere al nombre utilizado frecuentemente en los epítetos de muchos géneros de cíclidos neotropicales. En el cuadro 1 se muestra la clasificación taxonómica de la mojarra patiana.

Cuadro 1. Taxonomía de *Mesoheros ornatus*

TAXONOMÍA	
Nombre Común	Mojarra patiana
Reino	Animalia
Filo	Chordata
Clase	Actinopterygii
Orden	Perciformes
Familia	Cichlidae
Subfamilia	Cichlasomatinae
Género	<i>Mesoheros</i>
Especie	<i>Mesoheros ornatus</i> , Regan, 1905
Sinonimia	
	<i>Cichlasoma ornatum</i> Regan, 1905
	<i>Cichlasoma ornatus</i>
	<i>Cichlasoma ornatus ornatus</i>

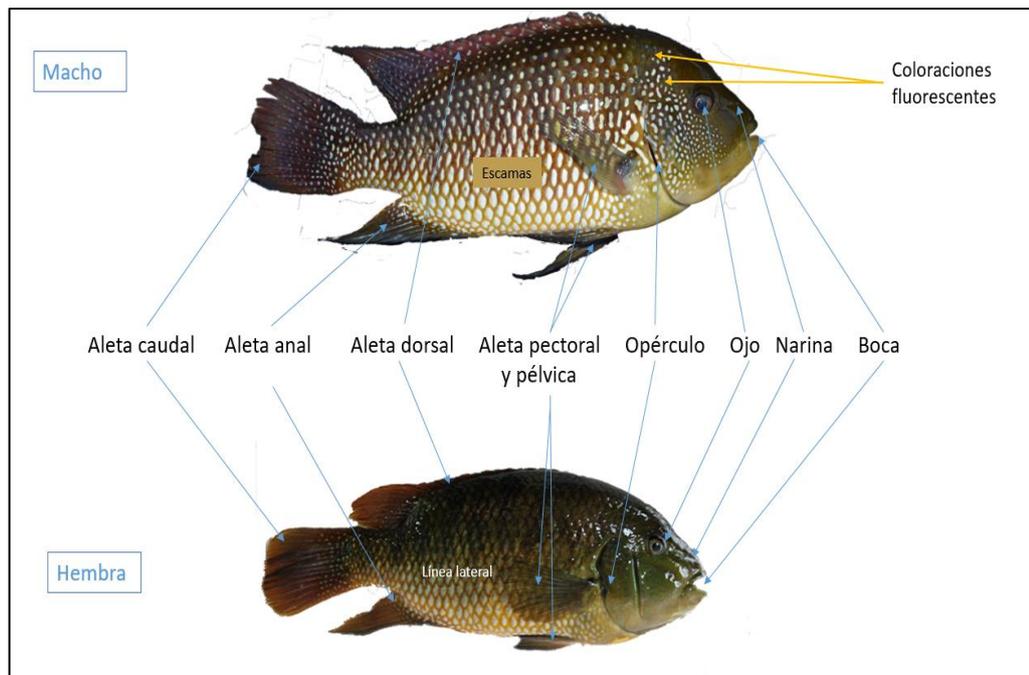
Fuente: Naturalista, 2021

1.2.2 Morfología de la *Mesoheros ornatus*. El pez está recubierto de una epidermis blanda, el tronco y la cola llevan delgadas escamas dérmicas redondeadas, dispuestas en series longitudinales y diagonales, con los bordes posteriores libres imbricados, cada una de ellas está dentro de una bolsa dérmica. Presenta una línea lateral situada a lo largo del cuerpo no muy pronunciada. El macho tiene una coloración con diversas tonalidades: en la parte dorsal presenta un fondo café oscuro con puntuaciones celestes y franjas transversales plomas, apenas notorias, la parte media es de color café claro y en la parte ventral es de color crema, sobre su cuerpo hay unos puntos negros, cafés, amarillos brillantes y celestes; en la hembra hay una coloración tomate rojizo sobre la aleta dorsal y su cabeza tiene un matiz café amarillento (Mejía, 2007)

Esta especie puede llegar a crecer aproximadamente hasta los 25 cm de longitud (Kullander, 2003). Entre sus características principales están el cuerpo marrón oliva con visos en tonalidades rojizas y bandas transversales en color negro. Estos peces tienen la particularidad de poseer una mancha negra en la zona

superior del pedúnculo caudal, y cuenta, además, con manchas en su mayoría azules claras alrededor de la cabeza, pueden perder su color en especímenes preservados, fundamentalmente. Cabe señalar que la línea lateral tiene 32-34 escamas, aleta dorsal XVI-12, anal V9-10, pectorales 16 y pélvicas I5. Se precisa además, que la especie de captura es poco habitual y solamente se ubica en la parte baja de la cuenca del río mira. (Martínez-González *et al.*, 2018) (Mojica *et al.* 2021) (ver Figura 2).

Figura 2. Morfología externa de la mojarra patiana (*Mesoheros ornatus*)



1.2.3 Bondades zootécnicas y hábito alimenticio de la mojarra patiana (*Mesoheros ornatus*). La mojarra patiana es apetecida por el sabor agradable de su carne y su tamaño ya que un macho de 2 años puede llegar a 40 cm mientras que la hembra de 20 - 25cm en estado natural, en estanques en cautiverio los machos con la misma edad han alcanzado 30cm mientras que las hembras 15 - 20cm (Mejía 2007), una hembra en etapa reproductiva tiene un peso entre 488 - 568 gr y los machos entre 316 - 1032gr de peso vivo; de su hábito alimenticio es omnívoro que se alimenta básicamente de fitoplancton en sus primeras etapas de vida, luego incluye a su dieta algas, raíces y hojas de plantas acuáticas; en su estado adulto se vuelven carnívoros de peces pequeños, camarón de río, entre otros (Mejía, 2007); lo anterior concuerda con Maldonado *et al.*, (2012), quien afirma que alimentación debe ser con invertebrados y en menor medida con material vegetal, esto en condiciones naturales, y en estanques se puede suministrar todo tipo de comida como frutas, restos de cocina, coco y alimento balanceado.

1.2.4 Parámetros del agua para el desarrollo de mojarra patiana (*Mesoheros ornatus*). En el cuadro 2 se muestran registros fisicoquímicos del agua de sitios de captura ya realizados.

Cuadro 2. Parámetros de agua para el desarrollo de mojarra patiana

Parámetros	Rango óptimo
Temperatura	22-28°C
pH	6,5 – 7,9
Oxígeno (mg/L)	8,71 – 8,75
% sat. O	113,3 – 113, 8
Nitritos (mg/L NO ₂ -N)	0,1
Nitritos (mg/L NO ₃ -N)	0,3
DBO ₅ (mg/L O ₂)	5 -11,3
BQO (mg/L O ₂)	< 15
Dureza de carbonatos (mm ol/L)	0,7 – 0,9
Amonio (mg/L)	0,2

Fuente: Mejía, 2007

1.2.5 Reproducción de la mojarra patiana (*Mesoheros ornatus*). La mojarra se reproduce en los ríos especialmente en los meses de mayo a agosto, coincidiendo con la mayoría de los peces de desovar en época de verano. La fecundación de los huevos y la natalidad de esta especie es alta asegurando su producción si las condiciones ambientales y biológicas son normales; el momento óptimo para escoger el pie de cría es de los 6 a los 8 meses ya que los peces están listos para reproducirse (Mejía, 2007).

1.2.6 Técnicas de inducción. La manipulación hormonal para inducir la maduración final, ovulación y desove en los peces, ha sido utilizada desde mucho antes de conocerse los mecanismos que conducen a la disrupción endocrina por efectos del cautiverio, responsable de la inhibición de estos eventos, así como del desarrollo de la tecnología para medir las concentraciones plasmáticas de las hormonas que controlan el proceso reproductivo en los peces (Cruz *et al.*, 2006). El primer reporte conocido fue hecho por Houssay (1930, como se citó en Cruz *et al.*, 2006) estudió las funciones de las gonadotropinas en vertebrados, inyectó hembras de peces con hipófisis de una especie heteróloga y observó que las hembras ovulan. Su observación sobre la existencia de una hormona gonadotrópica en la hipófisis de los peces, condujo posteriormente al desarrollo de los métodos de manipulación hormonal para inducir su reproducción en cautiverio, dando origen a la técnica conocida como hipofisación.

1.2.7 La hipofisación. Consiste en inyectar intramuscular o intraperitoneal 2 y 10 mg kg⁻¹ de peso corporal de Extracto Hipofisiario de Carpa (EPC), divididos en una pequeña dosis preparatoria (10 - 20% del total), seguida de una dosis definitiva (90 - 80%), administradas con un intervalo de 12 a 24 h (Cruz *et al.*, 2006) o en peces tropicales una dosis de 5,5 a 5,75 mg kg⁻¹ de peso corporal administradas con un intervalo de 12 a 24 h.

El uso de extractos de hipófisis está asociado a varios inconvenientes, siendo los más importantes: a) la variabilidad en el contenido de hormona luteinizante (LH), b) la presencia de otras hormonas que pueden afectar adversamente la fisiología de los peces tratados y, c) la posibilidad de transmisión de enfermedades (Zohar y Mylonas, 2001). Además, en Colombia el EHC registra un alto valor comercial, que aumenta los costos de producción de los alevinos (Cruz *et al.*, 2006).

1.2.8 Gonadotropina coriónica humana (hCG). La gonadotropina coriónica humana (hCG) es una hormona glicoproteica que se encuentra en mamíferos y ha sido ampliamente utilizada como herramienta fundamental en diversas investigaciones que consideran los procesos biológicos en peces como tema principal. Asimismo, tiene algunos rasgos que son llamativos en el ámbito científico, como es el caso de su larga vida media, la buena afinidad por receptores, su adecuada disponibilidad para ser adquirida en el mercado, su precio, etc. Cabe señalar que esta hormona tiene significativos efectos positivos en relación con la manipulación reproductiva en peces que logran llegar hasta la inducción del desove (Zhong *et al.*, 2014, citado por Pérez, 2021)

Esta hormona ha sido utilizada con éxito para inducir la ovulación y desove en muchas especies de peces (Ayson, 1991; Legendre *et al.*, 1996); está disponible comercialmente, relativamente económica y calibrada de acuerdo con estándares internacionales. La hCG se usa sola o en combinación con otras hormonas, principalmente Extracto Hipofisiario de Carpa (EHC) (Kuo, 1995).

Debido a su larga vida media en el plasma sanguíneo, se puede administrar en una dosis única de 100 - 4000 UI por kg de peso corporal; igual que con otros tratamientos hormonales, los machos requieren de la mitad a un cuarto de la dosis utilizada para las hembras (Watanabe *et al.*, 1998).

Uno de los inconvenientes de utilizar hCG, aunque no completamente comprobado, es su capacidad de inducir respuesta inmune, particularmente cuando se administra en varias oportunidades a un mismo reproductor (Patiño, 1997).

Sin embargo, la hCG ofrece la ventaja de actuar directamente sobre las gónadas y por lo tanto no requiere de la existencia previa de hormona luteinizante (LH) ni de la activación de las células gonadotropas hipofisarias (Cruz *et al.*, 2006).

En Colombia se comercializa con el nombre de Primogonyl y ha sido utilizada con éxito en algunas especies de peces tropicales.

1.3 ANTECEDENTES

1.3.1 Estudios relacionados con las técnicas de inducción. El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar los niveles de eficiencia logrados en la reproducción de peces vía inducción hormonal en el Centro de Investigaciones Fernando Alcántara Bocanegra (CIFAB) del IIAP, utilizando inductores diferenciados para cada especie a fin de validar los protocolos empleados. Cuatro gamitanas hembra *Colossoma macropomum* fueron tratadas con EPC en dosis de 6 mg/kg, mientras que cuatro machos fueron tratados con Conceptal en dosis de 1 ml/kg logrando inducir la ovulación y desove del 100 % de hembras. Trece pacos hembra *Piaractus brachypomus* fueron tratados con Conceptal en dosis de 2,6 ml/kg y once machos con dosis de 1 ml/kg, logrando inducir la ovulación y desove del 85% de hembras. De otro lado, cuatro boquichicos *Prochilodus nigricans* hembra y cinco machos fueron tratados con Conceptal, con dosis similares a las utilizadas en paco, sin inducir la ovulación y desove. Se cuenta con un buen nivel de eficiencia en gamitana y paco, pero se requiere de la revisión del protocolo de selección de boquichico para el tratamiento hormonal (Alcántara *et al.*, 2016).

En el presente trabajo se evaluó la respuesta de 70 hembras maduras de *Rhamdia sebae* c.f. a la reproducción inducida con distintas dosis y protocolos de aplicación de las hormonas gonadotropina coriónica humana (HCG) comparada con extracto hipofisiario de carpa (EHC) en aplicación estándar. La investigación se desarrolló en el Instituto de Acuicultura de los Llanos - IALL (Villavicencio – Meta). Las hembras se seleccionaron según las siguientes características peso de $180,23 \pm 54,59$ g, $26,15 \pm 3,01$ cm de longitud total, $958,572 \pm 14,69$ de diámetro ovocitario y con un promedio de 58% de núcleos migrando; repartidas en siete tratamientos de los cuales seis (T1, T2, T3, T4, T5, T6) se trabajaron con HCG y uno (T7) con EHC. Se empleó un diseño completamente al azar, donde para cada tratamiento se trabajó diferente número de réplicas, constituyéndose en un diseño parcialmente balanceado. Las variables a evaluar fueron respuesta, tiempo de latencia, fecundidad, fertilidad, sobrevivencia embrionaria y análisis parcial de costos. El mayor número de hembras desovadas por estrujamiento se obtuvo en los tratamientos T1 y T2 correspondientes a 1000 UI/kg de peso en única y dos aplicaciones. El tiempo de latencia más uniforme se observó en los tratamientos con doble aplicación (T2, T4, T6 y T7) a una temperatura de $26,48 \pm 1,21^{\circ}\text{C}$ y $6,42 \pm 0,44$ de pH. En las variables fecundidad y fertilidad, no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$), entre los tratamientos los resultados estuvieron entre 43.523,2 y 58.698,0 (No. huevos/hembra) y $34,5 \pm 20,57$ a $57,3 \pm 13,0\%$ respectivamente a una temperatura de $27,65 \pm 1,1^{\circ}\text{C}$ y $6,52 \pm 0,57$ de pH. En sobrevivencia embrionaria el análisis estadístico mostró diferencias alta y medianamente significativas, los resultados están comprendidos entre 24 y 56%. El análisis parcial de costos manifestó que el tratamiento más económico fue el T1 (Paredes, 2007).

En el Instituto de Acuicultura de La Universidad de Los Llanos (IALL) en abril de 2004, en 30 hembras silvestres de barbilla *Rhamdia sebae* c. f.,

reproductivamente maduras (diámetro inicial ovocitario $943,5 \pm 36,5 \mu\text{m}$ y 73% de núcleos ovocitarios migrando), fueron experimentados dos inductores a la maduración final y el desove. OVAPRIM® (análogo sintético de hormona liberadora de gonadotropinas de salmón GnRH más domperidona, Syndel®) en dosis estándar. 1 mL/Kg de peso vivo (p. v.), en dos aplicaciones, 10 y 90% con intervalo de 12 horas y extracto de hipófisis de carpa (EHC) en dosis estándar, 5,5 mg/Kg de p. v., en dos aplicaciones 10% y 90% con intervalo de 12 horas. Y un tratamiento control de 1 mL/Kg de p. v. de solución salina (NaCl 0,9%), en aplicación similar a las anteriores. La efectividad de los tratamientos se determinó con la ocurrencia de la ovulación, fecundidad reproductiva, tasa de fertilización y tasa de eclosión. Excepto en la respuesta al inductor (OVAPRIM® con 50% y EHC con 75%) y el tiempo de latencia (OVAPRIM® con $7,6 \pm 0,6$ y EHC con $7,0 \pm 0,4$ horas a $26,5 \pm 0,2 \text{ }^\circ\text{C}$), no se encontraron diferencias significativas entre los dos tratamientos a $p > 0,05$. Lo anterior permite exponer que en las condiciones experimentadas el OVAPRIM® es un buen inductor a la ovulación y desove de barbilla, pero requiere ser ensayado en otras dosificaciones y protocolos que permitan precisar la mejor eficiencia del producto (Díaz, 2005).

El efecto de la Gonadotropina Coriónica Humana (HCG) sobre la maduración gonadal y la liberación de gametos, fue estudiado en la especie íctica marina pargo lunarejo (*Lutjanus guttatus*) en la Estación Acuícola Bahía Málaga. Se evaluaron 160 reproductores con peso promedio para hembras de 0,53 kg y para machos de 0,55 kg; las hembras seleccionadas (ovocitos con diámetro de 353 micras) se repartieron en cuatro tratamientos: tratamiento testigo (sin hormona); tratamiento uno (1.000 UI de HCG/kg de peso vivo); tratamiento dos (1.500 UI de HCG/kg de peso vivo), y tratamiento tres (2.000 UI de HCG/kg de peso vivo). Los machos recibieron una sola dosis de HCG (100 UI de HCG/kg de peso vivo) y presentaron espermiación con una concentración de $2,6 \times 10^9$ espermatozoides/mL y tiempo de motilidad de 119 s. El tratamiento testigo no presentó respuesta positiva; en contraste, los demás tratamientos fueron efectivos en la inducción reproductiva presentando oocitos después de la inducción de 429,63 micras, tiempo de desove de 12,95 h después de la segunda inyección (huevo hidratado de 794 micras), fecundidad de 146.247 oocitos/kg de peso vivo de la hembra, fertilización de 69,3% y eclosión de 51,77% a las 12 h post fertilización (hpf) con larvas recién eclosionadas de 800 micras de longitud total promedio (Mejía, *et al.*, 2009).

Se realizó la evaluación comparativa del efecto del extracto pituitario de carpa (EPC) y gonadotropina coriónica humana (hCG) en la reproducción inducida del bagre del Patía (*Rhamdia quelen*) en la estación piscícola "Las Tallas" adscrita a la corporación Regional del Cauca, localizada a 670 m.s.n.m., precipitación promedio anual de 2.000 mm, temperatura media de $25,2^\circ\text{C}$. En el ensayo se estudiaron 36 reproductores, con un peso promedio para las hembras de $217,91 \pm 48,14$ g con tallas de $31,7 \pm 2,83$ cm y para los machos un peso promedio de $137,20 \pm 13,18$ g con tallas de $26,97 \pm 0,86$ cm. Se utilizó un diseño completamente al azar conformado por 4 tratamientos, distribuidos en la siguiente forma: T0 reproducción natural, T1 5,5 mg/kg de EPC, T2 5 UI/g de

hCG y el T3 con 2 UI/g de hCG y 4 mg/kg de EPC. El T0 no presentó respuesta positiva. Los demás tratamientos fueron 100% efectivos en la inducción reproductiva, estimándose el efecto de las hormonas con relación al índice de ovulación, número de oocitos, porcentaje de fertilización y de eclosión. Tomando el peso como covariable en el número de oocitos obtenidos, se determinó que el T2 produjo la mayor cantidad de óvulos (332,602 oocitos/kg) con significancia estadística. Sin embargo, los porcentajes fertilización y eclosión no representaron diferencias significativas entre los tratamientos T1, T2, T3, de tal manera que el porcentaje de fertilización fue de 32% para el T1, 31,09% para el T2 y 32,5% para el T3. El porcentaje de eclosión fue del 12% para el T1, 9,43% para el T2, 11% para el T3. En cuanto al análisis económico se estableció que el tratamiento T1 registró la mejor relación beneficio-costos con 1,22 U. (Ortega *et al.*, 2010).

Se realizó reproducción inducida en la Estación Piscícola de la Universidad de Caldas, con reproductores de Dorada (*Brycon moorei*, DAHL, 1955) y Bocachico (*Prochilodus reticulatus*, Staindachner, 1878). Se usó Gonadotropina coriónica humana. 5 UI por Kg de P.V. repartidos en una primera dosis de 1 UI y segunda dosis de 4 UI para las hembras y extracto de hipófisis de carpa a una dosis de 0,5 mg/kg/P.V. y 5 mg/Kg/P.V. para las hembras; en los machos la dosificación fue diferente en todos los ensayos. El desove para las Doradas se presentó entre las 312 a 336 HG, para los bocachicos a las 336 HG. El costo del primer tratamiento es alto, además de difícil consecución, por tanto, se optó por trabajar con el segundo tratamiento. Se obtuvieron desoves de buena calidad tanto para las Doradas como para los Bocachicos, siendo esto de gran importancia, debido a la localización de la granja (1.050 m.s.n.m, 24°C de Temperatura), con condiciones climatológicas difíciles. Se obtuvieron larvas de ambas especies, levantados en estanques de recubrimiento de cemento y alimentados con fertilizaciones orgánicas y químicos, obteniéndose una sobrevivencia en alevinos de 2 g. de Bocachicos del 50%, para las Doradas del 40% (Hahn y Grajales, 2004).

2. METODOLOGÍA

1.1 LOCALIZACIÓN

Esta investigación se llevó a cabo en el laboratorio de la estación piscícola Pambio perteneciente a la Corporación Autónoma Regional del Cauca (Figura 3) localizada en la vereda Pambio del municipio de Timbío Cauca entre los 2°20'19.65" Latitud Norte y 76°41'32.65" Longitud Oeste, a una altura promedio de 1770 m.s.n.m., temperatura que varía entre 18 - 23°C y 2000 mm de precipitación anuales (Comisión de Regulación de Comunicaciones - CRC, 2012).

Figura 3. Estación piscícola Pambio.



Fuente: Google Maps (2022)

1.2 MATERIAL BIOLÓGICO

A continuación, se presenta el material necesario para realizar esta investigación.

1.2.1 Reproductores de mojarra patiana *Mesoheros ornatos*. Se utilizaron 18 reproductores adaptados a las condiciones de la estación piscícola Pambio, tres hembras y tres machos para cada tratamiento en relación 1:1, cuyo peso promedio fue de 525 ± 15 gramos y 811 ± 52 gramos respectivamente. Los cuales se trasladaron desde los estanques con la ayuda de baldes hasta el laboratorio de la estación donde se ubicaban en tanques de plástico acondicionados con termostatos para mantener una temperatura de 28 ± 1 ° C y un sistema de blower.

1.3 ACTIVIDADES Y MEDICIÓN DE PARÁMETROS

Para el cumplimiento de los objetivos propuestos se realizaron las siguientes actividades.

1.3.1 Plan de manejo. Antes de la evaluación, los tanques, pisos, paredes y equipos fueron lavados y desinfectados con hipoclorito de sodio a razón de 100 ppm. Durante la evaluación se llevó registro de temperatura. (ver anexo D).

Con respecto al manejo de los animales se tuvo en cuenta los lineamientos nacionales e internacionales en bienestar animal y los procedimientos técnicos y administrativos establecidos para la investigación con animales ajustados a la normatividad establecida por la Ley 84 de 1989 “Por la cual se adopta el Estatuto Nacional de Protección de los Animales, donde se crean contravenciones, se regula lo referente a su procedimiento y competencia”.

Como anestésico se utilizó Eugenol (aceite de clavo) y se diluyó sal marina para la recuperación y mantenimiento de los peces durante la manipulación. Como control de parásitos y enfermedades se empleó azul de metileno.

1.3.2 Caracterización del agua de la estación piscícola Pambio, previa a realizar el proceso de inducción. Se debe caracterizar y tratar las aguas naturales, siendo fundamental conocer su composición fisicoquímica y biológica factores que permiten identificar el riesgo sanitario de los peces (Aatland y Bjerknes, 2009).

1.3.2.1 Bocatoma. En la bocatoma se realizó un análisis cualitativo donde se evaluó si había vegetación alrededor de la quebrada, como se dirigía el agua a la estación piscícola, el estado de los desarenadores, los tubos de captación, además de tomar las coordenadas geográficas del sitio ($2^{\circ}20'03.0''N$ $76^{\circ}41'01.5''W$) se obtuvo una muestra de agua para evaluar su composición fisicoquímica (Figura 4 y 5)

Figura 4. Bocatoma



Figura 5. Desarenador del agua



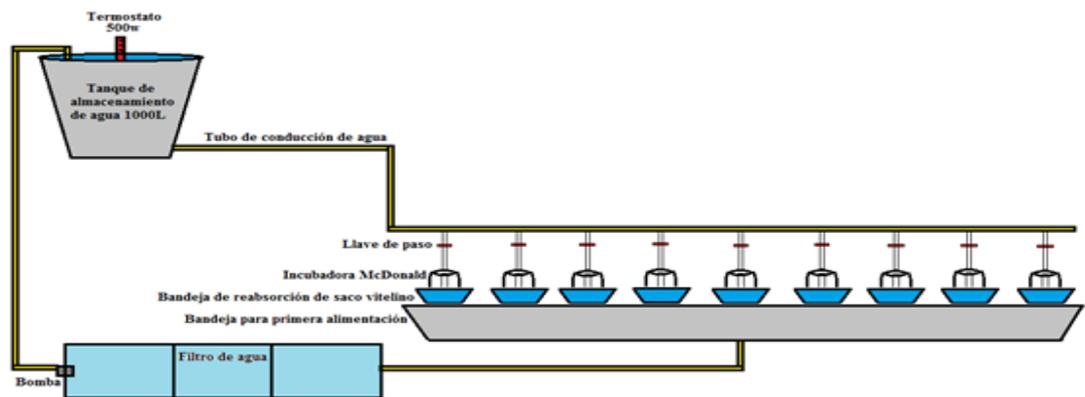
1.3.3 Estanques. En los estanques donde permanecen los reproductores se recolectaron y evaluaron muestras de agua en tres partes en la parte inicial, media y en la caja de pesca para obtener un resultado promedio para cada sitio, se evaluaron parámetros físico químicos como oxígeno disuelto, saturación de oxígeno, temperatura, conductividad y pH con la ayuda de una sonda multiparamétrica HACH en el caso de nitritos, nitratos, dureza o alcalinidad y amonio; se determinaron con el PHOTOMETER PF-11, para los parámetros demanda biológica de oxígeno (DBO₅), demanda química de oxígeno (DQO) se llevaron las muestras al laboratorio de la facultad de Ciencias Agrarias; para dichos procedimientos se utilizó las metodologías de monitoreo del Agua IDEAM e INVEMAR, (2017) y NANOCOLOR®, (2009) (Figura 6).

Figura 6. Proceso de obtención de muestras de agua



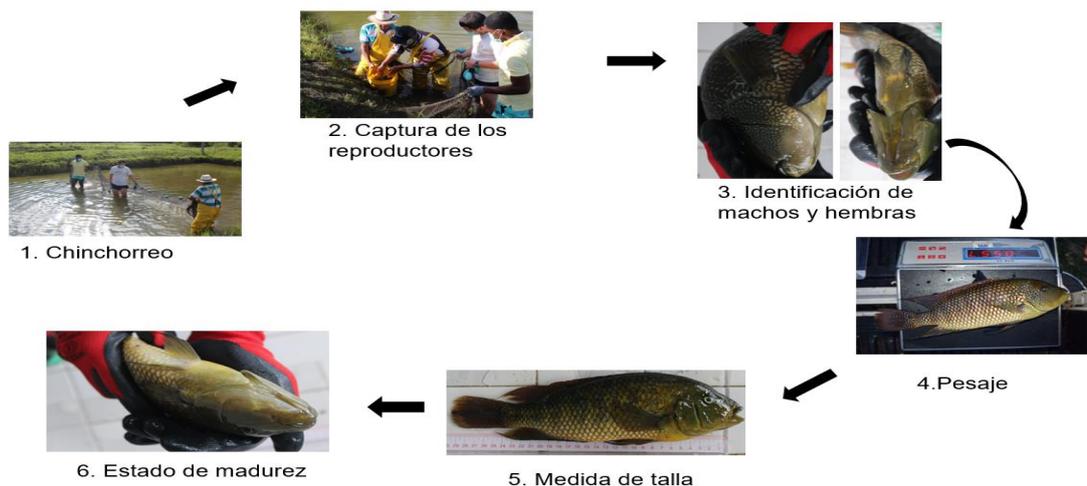
Para el montaje del ensayo se utilizó un sistema de recirculación de agua cerrada, en la cual se adiciono agua al tanque de 1000 L y esta conducía a través de la tubería a las incubadoras McDonald's pasando a las bandejas de reabsorción de saco vitelino y al filtro el cual contenía una bomba que se encargaba de subir agua al tanque, la caída de agua al filtro y a las cubetas azules le proporcionaba el oxígeno; la temperatura del ambiente era de $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$, está se regulo por medio de termostatos y termómetros digitales de punzón manteniéndola en $28 \pm 1^{\circ}\text{C}$, permitiendo así el desarrollo embrionario de *Mesoheros ornatus*.

Figura 7. Sistema de recirculación de agua con el tanque de almacenamiento y el biofiltro



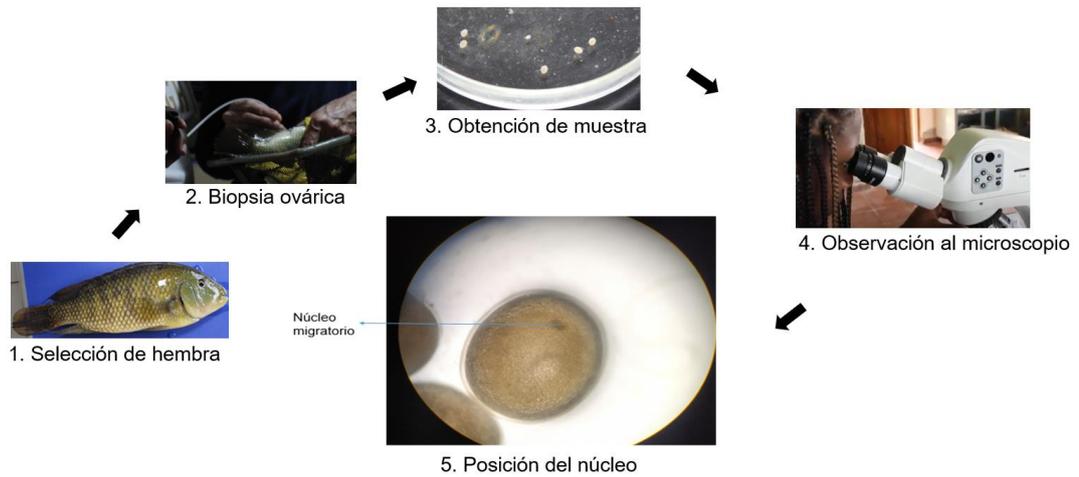
1.3.4 Evaluación de la condición de madurez de los reproductores de Mojarra patiana. Para la evaluación de la condición de madurez de los reproductores se realizaron mediciones de peso, con la ayuda de una balanza electrónica donde se colocó el pez se registró el peso, se midió la talla y se regresó al tanque experimental; además previamente a la inducción en condiciones experimentales se realizó una observación de las características sexuales secundarias en machos, entre ellas: expulsión de semen con masaje craneo caudal y hembras como abultamiento abdominal, enrojecimiento, cambio de color abdominal a una tonalidad amarilla (Figura 8). Posteriormente se desarrollaron las siguientes actividades:

Figura 8. Evaluación de la condición de madurez de los reproductores



1.3.5 Revisión y selección de hembras. Se realizó biopsia ovárica con una sonda nasofaríngea pediátrica No. 6 para tomar una muestra de ovocitos que permitió registrar *in vivo* su condición en cuanto a color y diámetro (Figura 9).

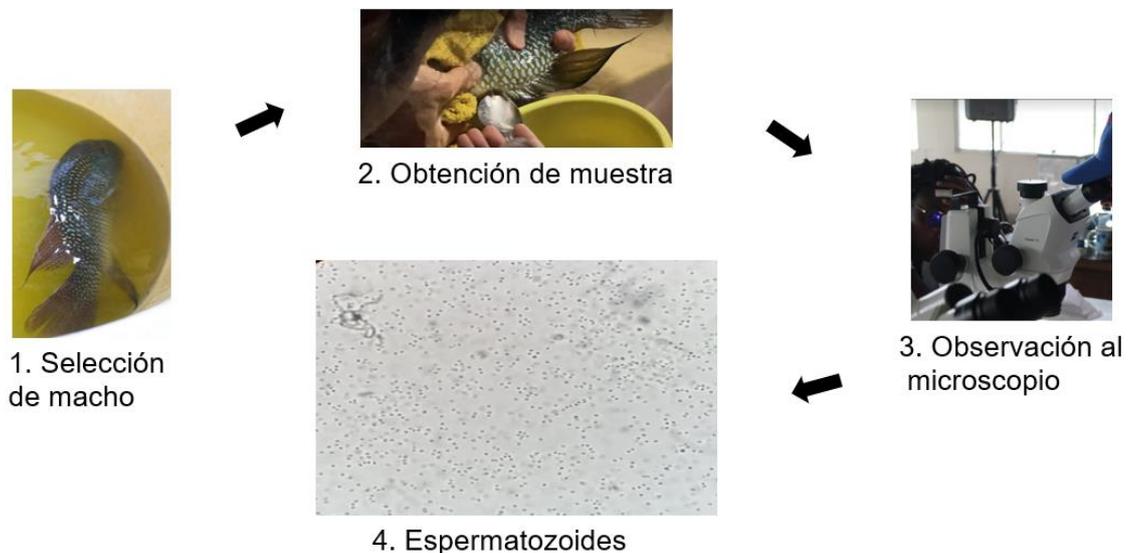
Figura 9. Selección de hembras



La muestra se aclaró con una solución compuesta por 30% de formol, 30% de ácido acético y 40% de alcohol (v/v) durante dos minutos (Montoya *et al.*, 2018), para determinar la posición de vesícula germinal (central, migratorio, periférico, atrésico) (Figura 5), se tomó como positivo las hembras con los resultados migratorios mayores o iguales a 50%, que fueron observadas al microscopio, registrando óvulos con posición migratoria positiva para continuar con el proceso de inducción.

1.3.6 Selección de machos. Se tomaron muestras de semen en fresco, para revisar la viabilidad de los espermatozoides aplicando la técnica de nigrosina para evaluar el porcentaje de activación, mediante observaciones en microscopio electrónico (Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero - FONDEPES, 2017) (Figura 10).

Figura 10. Selección de machos



1.3.7 Inducción a los reproductores de mojarra patiana (*Mesoheros ornatus*) mediante la aplicación de dosis de hormonas. Posterior a la selección de los reproductores, los especímenes identificados se trasladaron a piletas y/o tanques acondicionados para los ensayos de inducción.

Se utilizaron las sustancias inductoras: Gonadotropina coriónica humana y Extracto hipofisiario de carpa, para su correcta aplicación se tomó el peso de cada ejemplar, se sacó un promedio y se calcularon las dosis individuales de acuerdo a la concentración 4,5mg/Kg y 5,5mg/Kg respectivamente. Para el caso de EHC la concentración se dividió en dos dosis para las hembras así: 20% para la primera dosis y 80% en la segunda, por otro lado, para HCG se realizaron dos aplicaciones, una de 33% y la última de 67% del total. La preparación de las dosis se realizó tomando la solución salina como diluyente y su inducción se hizo con una inyección de insulina debajo de la aleta pectoral con una inclinación aproximada de 45°C en dirección caudal – craneal. Se tiene en cuenta el tiempo de latencia contabilizado en horas grado, es decir, se hace en referencia a la temperatura.

Para la obtención de los óvulos se realizó una ligera presión inicial en el abdomen de la hembra con la mano y al finalizar una suave frotación desde la parte delantera del abdomen hasta la salida del poro genital.

Este mismo procedimiento se hizo a los machos para extraer el semen, utilizando tubos eppendorf de 5 ml para la recolección. Luego de obtenidos los óvulos se mezclaron con la ayuda de una pluma con el líquido seminal durante 1 minuto en un recipiente de plástico para que se diera el proceso de la fertilización (Alcántara, *et al.*, 2016) (Figura 11).

Figura 11. Proceso de inducción de reproductores, desove y fertilización.



En el Anexo A se explican los tratamientos y se detallan las concentraciones de las hormonas en cada uno de ellos.

1.4 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para los tratamientos, se emplearon 2 hormonas: extracto hipofisiario de carpa (EHC) y gonadotropina coriónica humana (HCG). Se usaron un total de 18 reproductores distribuidos en tanques con variables fisicoquímicas controladas. Se usó una relación hembra: macho (1:1) por cada inductor y se realizaron ensayos de manera simultánea.

Se montó el ensayo en un diseño completamente aleatorizado (DCA) 3 x 3 (3 tratamientos y 3 réplicas), de la siguiente manera:

Cuadro 3. Tratamientos y variables de respuesta para la evaluación del tiempo de latencia y parámetros reproductivos en *Mesoheros ornatus*

TRATAMIENTOS	VARIABLES DE RESPUESTA
T0= Control: Reproducción en un medio similar al natural (relación de 1:1 hembra – macho).	<ul style="list-style-type: none"> ● Tiempo de latencia: horas grado o en tiempo con respecto a la temperatura. ● Parámetros reproductivos: número de huevos por mL, volumen colectado , porcentaje de fertilización, porcentaje de eclosión
T1= Reproducción en cautiverio con inducción hormonal – 5,5 mg /Kg peso vivo (Extracto hipofisiario de carpa-EPC)	
T2= Reproducción en cautiverio con inducción hormonal – 4,5mg/Kg peso vivo (Gonadotropina coriónica humana-HCG)	

Para la evaluación de los parámetros reproductivos se incluyeron como variables dependientes el volumen y el número de huevos por gramo (huevos/gramos) y peso en machos y peso en hembras. Cada variable se calculó de acuerdo con lo indicado a continuación en el cuadro 4:

Cuadro 4. Variables que se incluirán en las técnicas de desove y fertilización

VARIABLES	UNIDAD DE MEDIDA
Volumen colectado	Cantidad de huevos extraídos expresados en mililitro (mL)
Huevos/mL	Número de huevos contados en un mililitro (1 mL)
Peso de los ejemplares	Peso de los ejemplares expresado en g.
Tamaño de los huevos	Tamaño de los huevos en mm

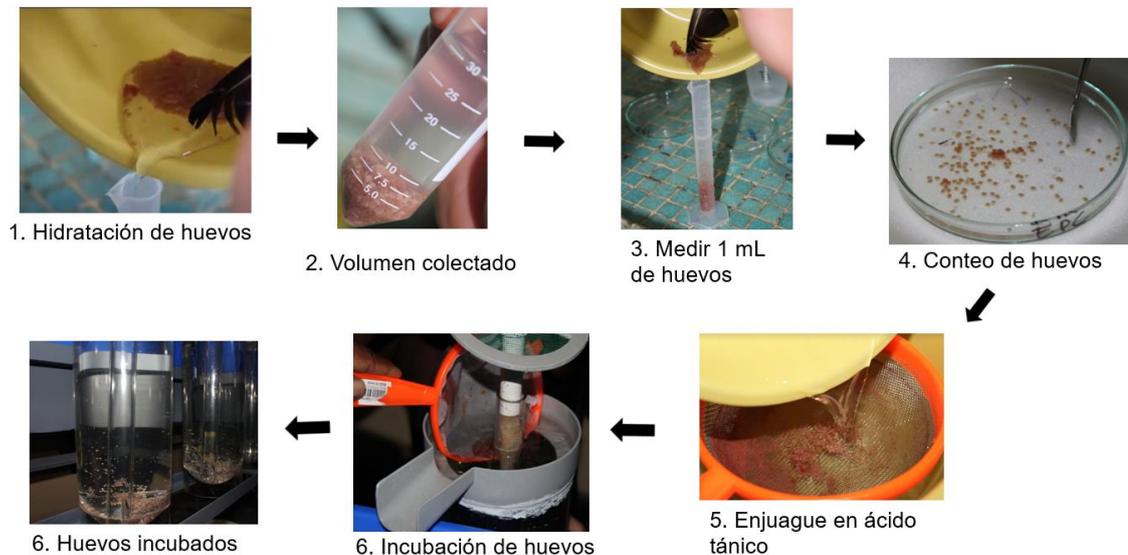
Cada una de las variables descritas, fue analizada mediante la aplicación de un análisis de varianza (ANOVA) con medidas repetidas. Se utilizó la prueba de Duncan (Duncan, 1965) para la comparación de la media, un valor de ($\alpha=0,05$) se tomó como diferencia significativa para destacar cuál o cuáles de los tratamientos presentaban un mejor comportamiento, para ello se empleó el programa SAS (Statistical Analysis System) versión 9.4. facilitado por los integrantes del grupo de investigación.

1.4.1 Evaluación del proceso de fertilización y viabilidad de las ovas. Para tales fines se desarrollarán las siguientes actividades:

1.4.1.1 Hidratación de los óvulos fecundados. Una vez pasado el tiempo de fertilización, se añadieron gradualmente cantidades de agua (Campos, 2015) limpia que tenía la misma temperatura en la que se mantuvieron los reproductores, por un lapso de 5 a 10 minutos (Figura 8). Luego estos huevos se pasaron en incubadoras previamente acondicionadas con flujo ascendente, así como lo indica (Galvão, 1989).

1.4.1.2 Incubación de huevos. Se utilizaron incubadoras McDonald de flujo ascendente con capacidad de 6 L, ajustándose la aireación con corriente suave y continua, esto mantuvo a los huevos con movimientos suaves y con buen oxígeno (CETM, 2022) (Figura 12).

Figura 12. Proceso de hidratación e incubación de huevos



1.4.1.3 Eclosión de huevos. No se presentó eclosión por alteraciones en las ovas, sin embargo, lo ideal era que a las 30 horas post fertilización, se calculara el porcentaje de sobrevivencia embrionaria, contando los huevos con larvas a punto de eclosionar y en proceso de desarrollo en la incubadora (Chaves *et al.* 2011).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.1 CARACTERIZACIÓN DEL AGUA

A continuación, se muestra la caracterización general del agua de la estación piscícola, se hizo antes de realizar el ensayo (Anexo B). Se puede destacar que, durante el desarrollo de esta evaluación se presentaron altas precipitaciones, las lluvias pueden presentar alteraciones en la cantidad y calidad de agua (Briceño *et al.*, 2016) en el caso de los ríos, las consecuencias son directas (Feest *et al.*, 2020). Los factores que más alteran a la eclosión y fertilización son las fluctuaciones de temperatura y turbidez del agua (Ortega, *et al.*, 2010). El análisis físico químico del agua tomado en la bocatoma y los estanques de la estación es importante porque relaciona los aspectos necesarios para el correcto desarrollo y adaptación de la mojarra a este medio, así entonces uno de los factores que representa dificultad es la temperatura ambiente dado que se necesita que este entre 22-28°C (Mejía, 2007) (Cuadro 5).

La turbidez en el agua se presenta por los sólidos suspendidos que se recogieron en la ruta del afluente y estos pueden ser residuos de suelo (arcillas, limos y

arenas), vegetación y organismos planctónicos que han sido arrastrados por el paso del cuerpo de agua y su cantidad es directamente proporcional al nivel de pluviosidad (Cripps, citado por Hoyos, 2011).

Cuadro 5. Análisis físico químico del agua

ANÁLISIS DE AGUA ESTACIÓN PISCÍCOLA PAMBIO												
PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS												
Sitio	m.s.n.m	O ₂	% S.O	T	pH	K	NO ₂	NO ₃	DBO ₅	DQO	CaCO ₃	NH ₄
Bocatoma	1688	7,44	97,67	18,2	6,8	35,1	<0,1	<0,3	8,1	<15	<0,4	<0,2
Estanque 35	1767	8,1	114	21,2	7	44,8	<0,1	<0,3	6,3	<15	<0,4	<0,2
Estanque 36		8,17	113	21,2	7,1	34,5	<0,1	<0,3	6,5	<15	0,5	<0,2
Estanque 37		6,08	82,17	20	6,6	33,4	<0,1	<0,3	4,3	<15	<0,4	<0,2

*(m.s.n.m): Altitud; *O₂: Oxígeno (mg/L); * % S.O: Saturación de Oxígeno; *T: Temperatura en grados Celsius; *K: Conductividad (us); *NO₂: Nitritos (mg/L);*NO₃:Nitratos (mg/L); *DBO₅: Demanda Biológica de Oxígeno; *DQO: Demanda Química de Oxígeno en (mg/L);*CaCO₃: Dureza o Alcalinidad (mmol/L); *NH₄:Amonio (mg/L).

Se comparó los requerimientos de agua reportados por (Mejía, 2007) donde se determinó que la mayoría de los parámetros fisicoquímicos estaban dentro del rango establecido menos la Temperatura por lo que se usaron Termostatos para mantener la temperatura regulada entre 27- 29°C la cual se monitoreo durante el proceso de incubación cada media hora.

2.1.1 Temperatura. La temperatura promedio fue 28 ±1°C (Anexo D), la cual pudo influenciar de manera positiva a los resultados del ensayo y a su inducción para la reproducción. Para las especies nativas ubicadas en zonas cálidas, por lo general, requieren agua con una temperatura entre 26 y 30°C, si ésta es inferior a 22°C influye negativamente en el crecimiento y la maduración gonadal, se puede observar que los ejemplares estaban adaptados a temperatura de clima medio inferiores a 22°C por lo que no se encontraban en las condiciones óptimas para la reproducción.

Para el caso de la mojarra roja se tiene que su temperatura óptima es entre 28 y 31°C, considerándose una especie de aguas cálidas (Saavedra, 2006).

2.1.2 El oxígeno disuelto. El oxígeno disuelto para para el caso de la mojarra, se debe mantener por encima de 3 mg/ L, ya que esto determina la cantidad de biomasa en los estanques (Rojas, 2010); en este caso el agua estaba por encima del valor establecido.

2.1.3 PH. En el caso del pH debe estar entre 6 y 9, el agua de la estación piscícola estaba dentro del rango establecido, de acuerdo con lo reportado por Quintero *et al.* (2013) en la evaluación de tilapia roja (*Oreochromis sp.*)

2.1.4 La dureza y la alcalinidad total. La dureza y la alcalinidad representan las concentraciones de calcio y magnesio, y carbonato y bicarbonato respectivamente; es importante evaluarlas porque actúa como solución buffer del pH, es decir, como un medio químico que hace que las variaciones de pH no sean significativas (Castro y Rodríguez, 2021). Además, el calcio y magnesio entre otros elementos determinan la conductividad eléctrica, siendo de vital importancia ya que establece la cantidad de iones presentes en el medio acuícola (Orduz y Erazo, 2009, citados en Castro y Rodríguez, 2021).

2.1.5 Amonio total. No debe exceder concentraciones de 0,1 mg/L en este caso, está por encima del valor recomendado, aunque no pasa a un nivel tóxico (Kubitza 1998; Proença & Bittencourt 1994; Boyd 1990 citados por Atencio 2001)

2.2 EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE MADUREZ DE LOS REPRODUCTORES

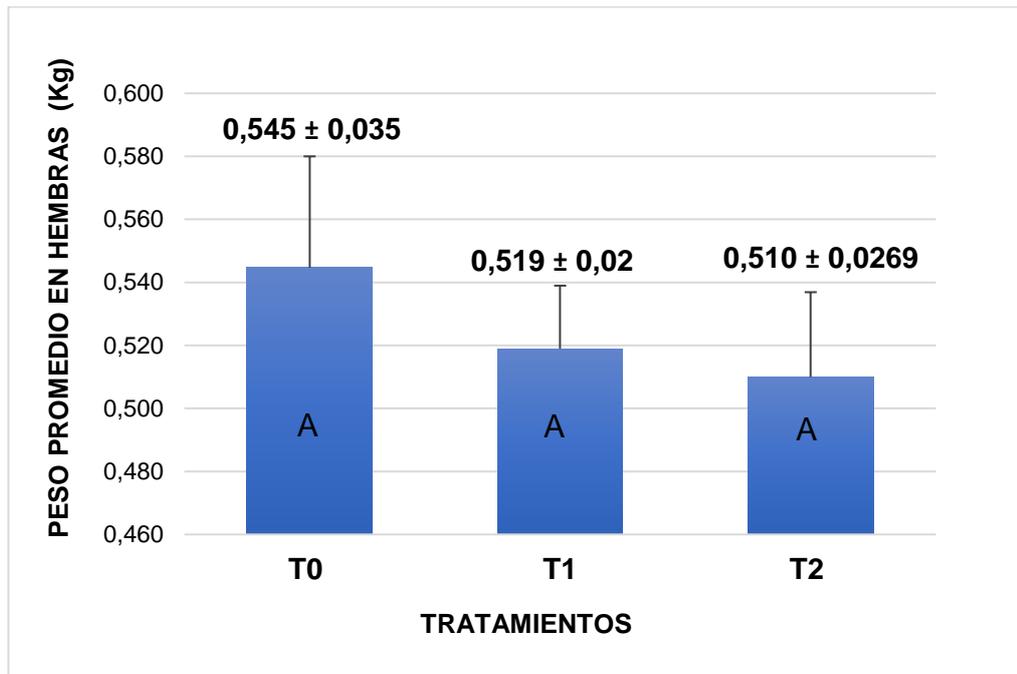
A continuación, se presenta el cuadro resumen de los resultados medios obtenidos para las variables de peso tanto en machos como en hembras. (Cuadro 4). Para el registro de los pesos y el volumen colectado por repetición (Anexo C).

Cuadro 6. Resultados obtenidos de pesos medios de reproductores de *Mesoheros ornatus*

Tratamientos/ variables	T0(Reproducción Similar a natural)	T1(5,5mg/Kg P.V. EPC)	T2(4,5mg/Kg P.V. HCG)	ANOVA Pr > F
Peso hembra (Kg)	0,545 ± 0,035	0,519 ± 0,02	0,51 ± 0,026	0,3573
Peso macho (Kg)	0,882 ± 0,093	0,794 ± 0,34	0,756 ± 0,38	0,8743

2.2.1 Selección de Hembras. Por medio del análisis de varianza (ANOVA) se determinó que no se presentaron diferencias estadísticamente significativas (Pr >F= 0,35) entre los tratamientos. (Ver figura 13)

Figura 13. Peso promedio en hembras

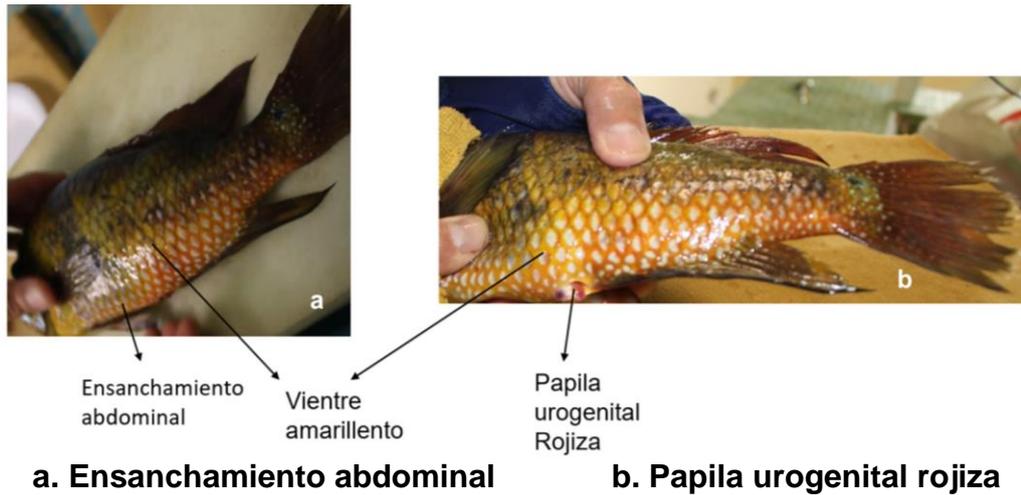


Es decir, que el peso y tamaño fue semejante para los diferentes tratamientos, y está dentro de los parámetros de madurez reproductiva para *Mesoheros ornatus* cumpliendo de esta manera los estándares para la inducción de estas, Woynarovich y Horváth (1981) sugieren mantener una talla media similar y especímenes jóvenes.

Los resultados obtenidos en esta investigación en cuanto a peso promedio en hembras fueron superiores a los presentados por (Cáez, 2021) en vieja azul (*Andinoacara rivulatus*) con un peso de $159,48 \pm 3,80$ gr y a los referenciados en *Cichlosoma atromaculatum* por ((Oviedo y Arias, 2003) citados por Maldonado, 2012) en el río San Juan (33,1gr), en el río Tío Silirio (43gr) y similar al peso reportado por (Jaramillo, 2005) en *Cichlasoma umbriferum* de 521,8 g de peso vivo.

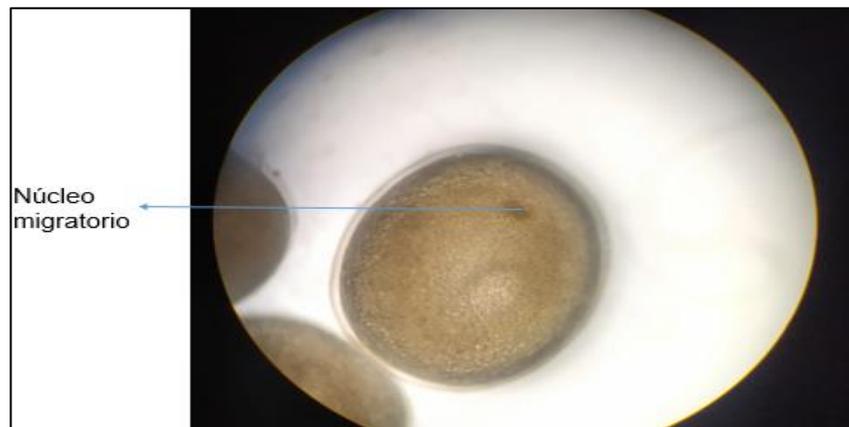
El peso promedio para las hembras fue de 525 gramos ± 15 este valor se encontró en ejemplares que presentaron la papila urogenital rojiza y protruida; y ensanchamiento en la parte abdominal con una coloración amarillenta en su vientre (Arias, 2006), todo esto conforme a lo propuesto por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura-FAO (2009), que indica que estas se encuentran en una etapa de latencia reproductiva (Figura 14).

Figura 14. a y b. Características de la fase reproductiva en hembra



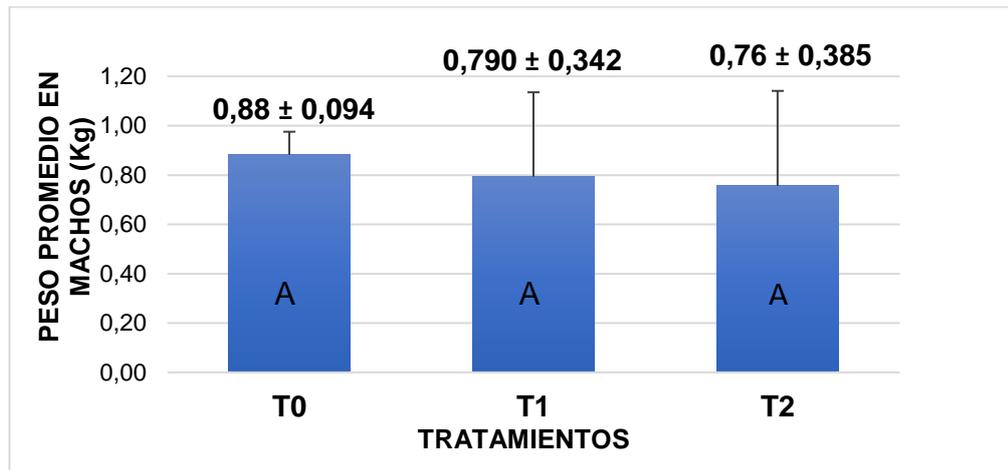
En la relación al examen para la evaluación de los ovocitos por medio de la biopsia ovárica se encontró que el núcleo de estos era migratorio indicando que estas hembras se encontraban en su etapa de madurez sexual, este criterio fue descrito por (Targońska *et al.*, 2015) en investigaciones previas (Montoya *et al.*, 2018). A continuación, en la figura 15 se muestra la posición del núcleo.

Figura 15. Ovocito al microscopio con el núcleo migrando



2.2.2 Selección de Machos. Por medio del análisis de Varianza (ANOVA) se determinó que no se presentaron diferencias estadísticamente significativas ($Pr > F = 0,8743$) entre los tratamientos; por tanto, el peso que presentaron los machos fue similar esto determina la homogeneidad y su estadio reproductivo, el rango encontrado de peso fue de 756g a 882g, como se indica en la figura 16.

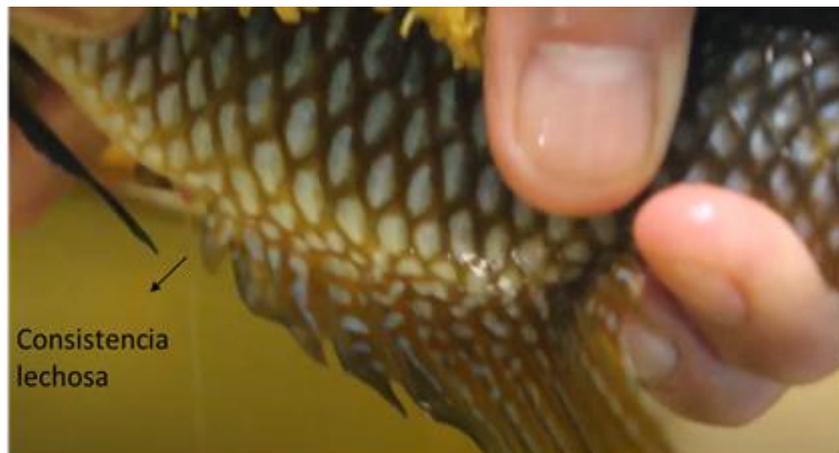
Figura 16. Pesos machos



Los resultados obtenidos en este estudio en peso promedio en machos son inferiores a los reportados por (González, 2017) en vieja colorada (*Cichlasoma festae*) con 2000 g de peso vivo y superiores a los descritos por ((Oviedo y Arias, 2003) citados por Maldonado, 2012) en *Cichlosoma atromaculatum* en el rio san Juan (27,6g), en el rio Tío Silirio (43g) de peso vivo.

Con respecto a las tallas encontradas al momento de captura para dos ejemplares se encontró una longitud total (LT) de 30,5 cm con un peso de 557 g y 28,5 LT con 357g para un macho y una hembra en estadio de madurez sexual; estas medias son distantes a las estimadas por (Solano *et al.* 2013), al evaluar la talla media en mojarra amarilla (*Caquetaia kraussii* Steindachner, 1878), esta talla fue estimada en 10,4 cm LT y 11,5cm LT para hembras, machos respectivamente. Los machos utilizados para el ensayo presentaron un peso promedio de 811 ± 52 g. la FAO (2009), plantea una buena selección cuando éstos sueltan gotas de lechaza como resultado de un leve masaje abdominal (Figura 17).

Figura 17. Consistencia lechosa del semen



Otro factor importante, es la edad de los reproductores, ya que estos llevan varios años en la estación y están adaptados a las condiciones ambientales, aun así, en el caso de las estructuras reproductoras se ha disminuido su potencial, de modo que, se deben usar ejemplares jóvenes como lo indican Woynarovich y Horváth (1981) es preferible mantener una población de reproductores relativamente joven compuesta de peces de talla media, dependiendo de la especie; los reproductores pequeños de las tilapias pesan entre 0,15 y 0,25 kg, mientras que los reproductores de talla media pesan entre 0,25 y 0,40 kg. Estos peces producen más huevos y de una mejor calidad, con un mayor grado de eficiencia en el aprovechamiento de los alimentos.

2.3 RESPUESTA A LA INDUCCIÓN HORMONAL

De acuerdo con el análisis de varianza (ANOVA) y prueba post hoc de Duncan no se presentaron diferencias estadísticamente significativas ($Pr > F = 0,26$). Sin embargo, en el cuadro 7 se muestran resultados correspondientes a volumen total de huevos recolectados por repetición y tratamiento y el número de huevos en un mililitro de muestra de la inducción reproductiva a los ejemplares de mojarra patiana (*Mesoheros ornatus*).

Cuadro 7. Datos de volumen y cantidad de huevos como respuesta a los tratamientos

Tratamientos/ variables	T0(Reproducción similar a natural)	T1(5,5mg/Kg P.V. EPC)	T2(4,5mg/Kg P.V. HCG)	ANOVA Pr > F
Volumen colectado(mL)	1,7 ± 2,88	8,4 ± 3,94	8 ± 7,21	0,263
#huevos/mL	51 ± 88,33	127 ± 34,73	89 ± 86,12	0,4941

Para la presente investigación no se evidenció expulsión de óvulos en los tanques, por el contrario, la liberación se dio por medio de masajes abdominales teniendo en cuenta la observación continua del comportamiento y la contabilización del tiempo. Para esto, se visualizaron aspectos etológicos como: nadar en círculos en el tanque, ligeros temblores de su cuerpo (FONDEPES, 2017).

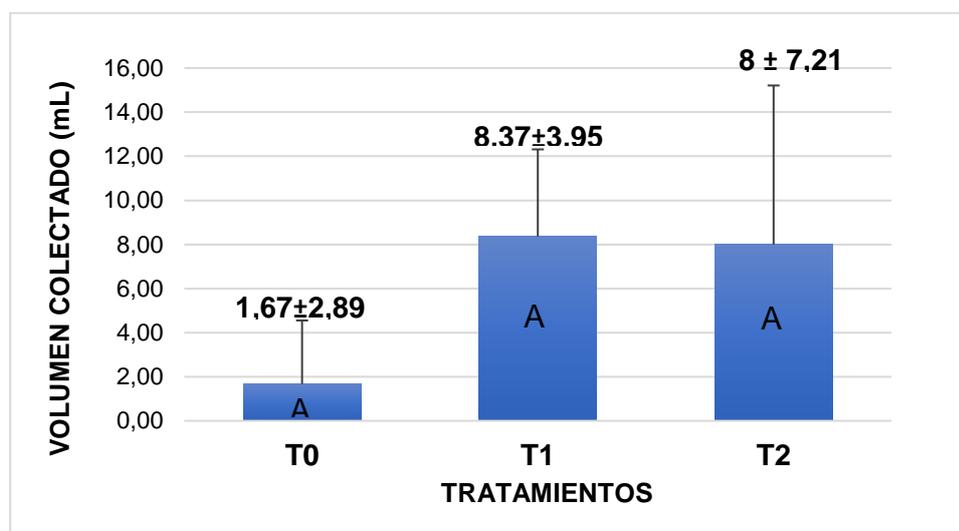
Con estos resultados se estima la respuesta de una hembra para producir una cantidad de huevos al inducir su reproducción hormonal con la aplicación de un tratamiento, de acuerdo con el conteo por mililitro de muestra se produjeron en promedio: 85, 1064 y 709 huevos para los tratamientos cero, uno y dos respectivamente al multiplicar el número de huevos en 1 mL por el volumen colectado. La relación entre cantidad de huevos y tamaño de estos es inversamente proporcional, por otra parte, Coleman (1996) plantea que en los cíclidos la viabilidad y tiempo de eclosión de los huevos está relacionada con el tamaño de ellos, de esta manera, a mayor tamaño, mayor tiempo de desarrollo y sobrevivencia de alevinos; asimismo (Álvarez *et al.*, 2013) describe en

Cichlasoma urophthalmus que a mayor longitud total menor cantidad de huevos por hembra. Para el registro de desove y fertilización (Anexo E).

Algunas especies de cíclidos presentan complejas dinámicas reproductivas; en la mojarra patiana al igual que en la amarilla, el desove puede ser parcial o múltiple, mecanismo que equilibra la alta mortalidad al inicio de vida y la baja fecundidad (Lasso y Machado, 2000). Spindola (2014), deduce que las especies de pequeño tamaño tienen baja fecundidad, cuidado parental, no son migratorias, con época de desove prolongada y parcial o múltiple, y ovocitos grandes; características que se ajustan al objeto de este estudio.

En la figura 18 se muestra la desviación estándar encontrada en el volumen de ovas promedio para cada tratamiento, el promedio general es de 5,9 mL

Figura 18. Volumen de ovas promedio producido en cada tratamiento



Se obtuvo $1,6 \pm 2,88$ mL en T0; $8,3 \pm 3,94$ mL en T1; y $8 \pm 7,21$ mL en T2, a pesar de ello, no se presentaron diferencias estadísticamente significativas. El volumen de ovas colectado tiene un rango promedio entre 8,4 mL y 1,7 mL, el tratamiento con mayor respuesta en cuanto a producción en mililitros fue con el inductor EHC (Extracto hipofisiario de carpa) fue el que generó una respuesta constante, es decir, se pudo evaluar las tres repeticiones por lo que presenta un mayor promedio general de tratamientos.

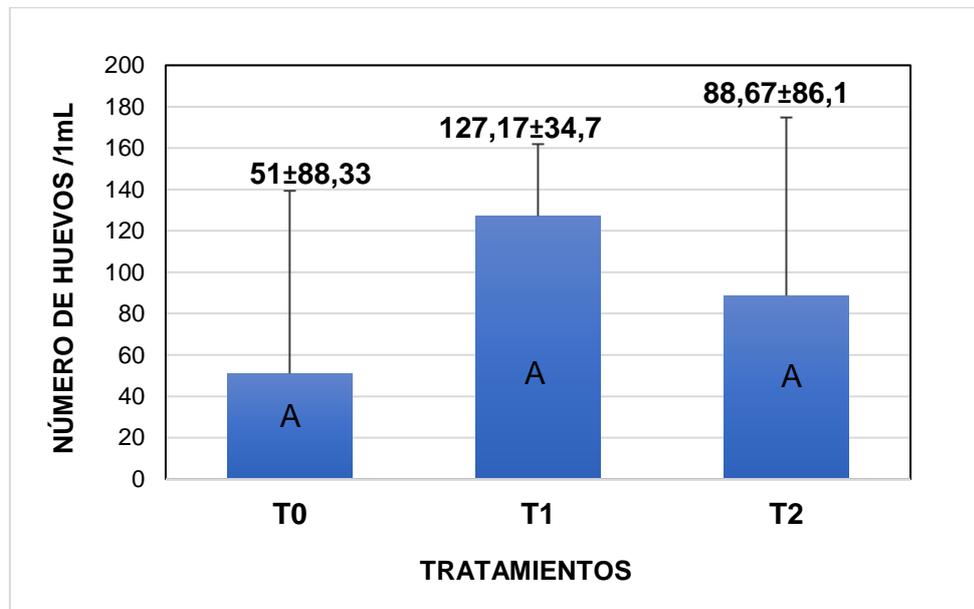
La HCG estimula la ovulación ya que tiene un efecto similar a la LH (Hoar, 1969), Chaudhuri (1976, citado en Harvey y Hoar, 1969), su ventaja frente a otros estimulantes hormonales es que no necesita activar la hipófisis, es decir, actúa directamente sobre la gónada induciendo rápidamente la maduración del oocito, la espermiación y la oviposición (Patiño, 1997); Con respecto a el EHC, su uso no siempre ha tenido buena respuesta por el tamaño de los peces receptores y la variación en la cantidad existente de GtH en éstos (Patiño, 1997), siendo esta

una desventaja de acuerdo al contenido de LH en la pituitaria (Carrillo y Zanuy (1995) y Zohar y Mylonas (2001)

2.4 FECUNDIDAD

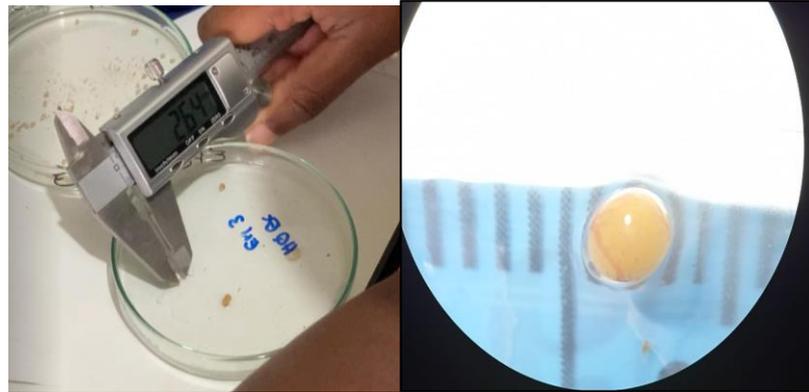
Mediante el análisis de varianza (ANOVA) se determinó que no hubo diferencia estadísticamente significativa ($P > F = 0,49$) para los tratamientos, en cuanto al número de ovocitos por hembra se encontró entre 712 y 1066,8 ovocitos es un número menor si se compara con resultados obtenidos por Perdomo *et al.* (2020) en *Oreochromis spp* reporta $134,4 \pm 6,5$ huevos/ml, es de recalcar que esta variable depende del tamaño de cada ovocito y la especie según Woynarovich y Horvath (1981) además se consideran factores externos o de manipulación como no realizar un masaje abdominal adecuado para la expulsión del total de los ovocitos y no saber el tiempo real de las horas grado para la ovulación de esta especie (Figura 19).

Figura 19. Conteo de huevos en un mL de muestra por tratamiento



A continuación, en la figura 20, se observó el tamaño que mide la ova colectada de una hembra reproductora.

Figura 20. Medida y tamaño de una ova.

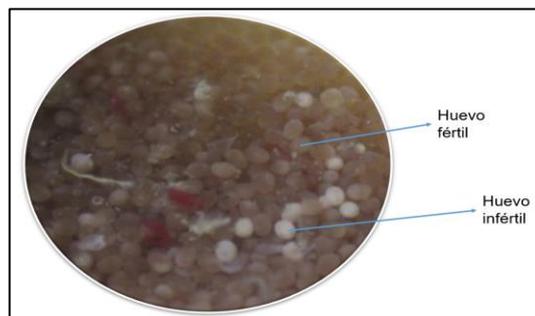


El diámetro encontrado para los huevos de mojarra patiana fue de aproximadamente 1,8 mm; difiere de la medida encontrada por Hernández *et al.* (2020), cuando encuentra para mojarra paleta (*Vieja melanuria*) un diámetro de $2,38 \pm 0,12$ mm. Sin embargo, el tamaño se asemeja a lo encontrado en varios peces de la familia Cichlidae, así lo describe Molina (2011) para *Hypsophyr nicaraguensis* $1,80 \pm 0,10$ mm, a su vez, Molina (2008) encuentra para *Amphilophus rostratus* $1,64 \pm 0,07$ mm y Jaramillo (2005) en *Caquetaia kraussi* encontro diámetros entre 0,02y 1,8mm

2.5 EVALUACIÓN DE LA FERTILIZACIÓN

De acuerdo con las observaciones realizadas en la fertilización se evidenciaron características cualitativas con respecto al color y tamaño de las ovas entre las que fueron correctamente fertilizadas y las que no, como se muestra a continuación. (Figura 21)

Figura 21. Diferencia de color en la fertilización de las ovas.

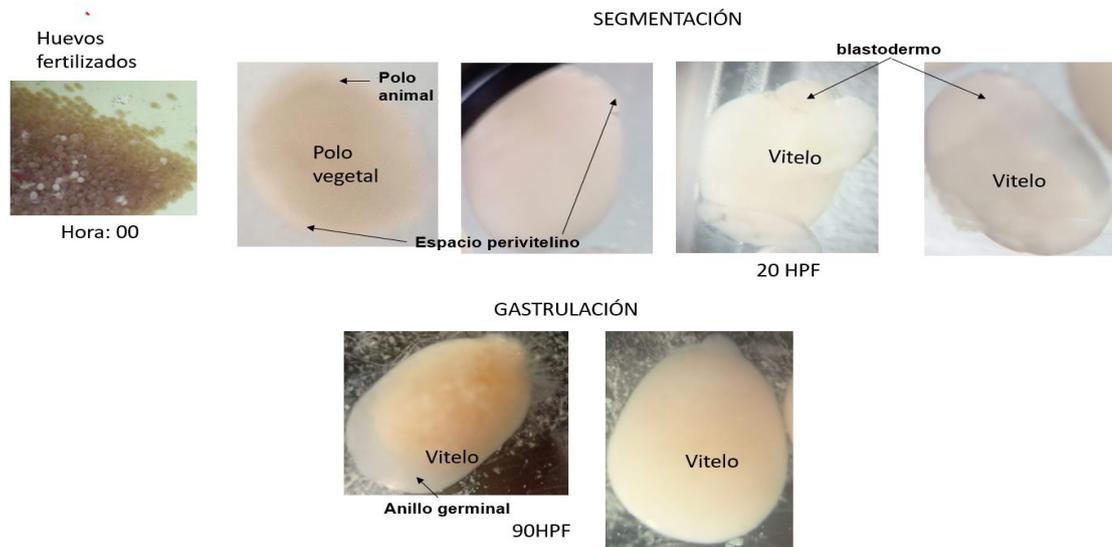


Estas coloraciones concuerdan con Montes *et al.*, (2019) quien consideró como huevos viables aquellos que presentaron aspecto traslúcido y divisiones simétricas en la zona germinal; los no viables presentaron coloración blancuzca.

La FAO (2009) en la reproducción de los peces, plantea la importancia de distinguir, separar y retirar las ovas defectuosas, en mal estado o no viables, de los que están en buenas condiciones; esto con el fin de evitar posibles infecciones bacterianas o fúngicas.

2.5.1 Desarrollo embrionario.

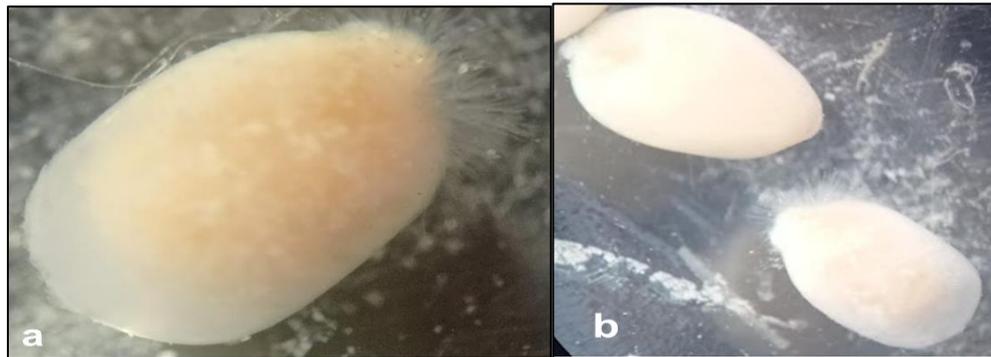
Figura 22. Desarrollo embrionario de mojarra patiana



Luego de la fertilización se presentó el desarrollo embrionario de la mojarra patiana en la fase de clivaje o segmentación, se observó el polo animal, polo vegetal, vitelo, blastodermo al comparar las imágenes obtenidas con estudios realizados en *Amatitlania nigrofasciata* por (Gordillo, 2017) esta etapa se demoró 20 horas post fertilización (HPF) este tiempo comparado con el anterior estudio difiere en 17 HPF y con *Amphilophus spp.* por (Kratochwil *et al.* 2015) difiere en 15,5 HPF; en cuanto a la segunda fase gastrulación se observa el vitelo y anillo germinal que en *Amatitlania nigrofasciata* se presenta a las 26,30 HPF y en *Amphilophus spp* a las 20 HPF.

Los resultados para el parámetro evaluativo de eclosión, no se desarrollaron en su totalidad, por tanto, no se generó una medida de valoración, debido a una alteración en los huevos por propagación de hongos. Algunas de las causas que ocasionaron esta alteración fueron: no retirar por completo la película adherente, la calidad del agua, muerte de estas y rápida propagación de un hongo, falta de un tratamiento profiláctico del agua (Figura 22).

Figura 23. Infestación de hongos en los huevos de *Mesoheros ornatus*



a. Hifas del hongo. b. ovas infectadas con desarrollo embrionario

Algunas especies de peces como los teleósteos suelen tener dos capas en los huevos una interna proteica que tiene funciones protectoras y una capa adherente externa de naturaleza mucopolisacarida con una sirve para adherir los huevos a las superficies donde son puestos (Rieh *et al.*, 1998; Da Rocha. *et al.*, 2009). Para la eliminación de dicha capa se pueden emplear diversos métodos, en este ejercicio investigativo se utilizó ácido tánico, la incorrecta eliminación de la capa externa puede generar consecuencias negativas como la adherencia de partículas externas disminuyendo la oxigenación y el desarrollo de agentes patógenos, trayendo consigo como resultado bajas tasas de eclosión y de sobrevivencia larval (Siddique *et al.*, 2013).

Algo más que añadir, es que algunos organismos patógenos como bacterias u hongos ingresan al sistema a través de factores de producción externos, como son: alimentos contaminados, recambio de agua, ovas en mal estado (FAO, 2009).

Otra razón por la que se generó la contaminación a los huevos fue porque el sistema de recirculación de agua cerrada permite que los residuos como materia orgánica (heces) contenidos en el agua se degradan, produciendo una cantidad apreciable de amoníaco, nitritos y nitratos y en sistemas cerrados, sin recirculación, el efecto de estas sustancias hace disminuir el pH del agua, consume todo el oxígeno disuelto existente, aumenta la turbidez y convierte al agua en un medio inhóspito para la vida de los peces y en este caso de los huevos (MAGYP, 2006); esas características combinadas con la temperatura son caldo de cultivo para el desarrollo de hongos como ocurrió en este ensayo.

4. CONCLUSIONES

El estudio permite conocer y comprender sobre la biología reproductiva de *Mesoheros ornatus*, información de la que se carecía, entregando por medio de este trabajo evidencias y datos de gran importancia para la posteridad.

Se identificaron características que determinan la condición de madurez de los reproductores de Mojarra patiana, papila urogenital rojiza y protruida, expulsión de lechaza con leves masajes, entre otras.

La respuesta a la inducción hormonal se dio con una temperatura de $28^{\circ}\text{C} \pm 1$, con tiempo de latencia entre la aplicación de la segunda dosis y la ovulación de 13 horas y 364 horas-grado; siendo un factor fundamental para el correcto desove y la viabilidad de las ovas.

Los resultados obtenidos en el proceso de inducción permiten concluir que las hormonas EPC y GCH estimulan la maduración final de los ovocitos para *Mesoheros ornatus* en condiciones de cautiverio y no presentaron diferencias significativas, sin embargo, biológicamente se tuvo un mejor comportamiento en la primera generando mayor respuesta dentro de los variables evaluadas: volumen de huevos y cantidad de huevos.

Con esta investigación exploratoria se logró identificar características de la especie como sus huevos, espermatozoides y se tienen evidencias fotográficas de ellas, estas son muy importantes para próximas investigaciones.

5. RECOMENDACIONES

Se recomienda verificar la edad de los reproductores por medio de la evaluación realizada en las escamas, con el fin de estimar talla y peso de los ejemplares jóvenes en estado de madurez sexual para próximas investigaciones.

Se recomienda, en próximos estudios evaluar diferentes concentraciones y respuesta reproductiva con inductor EPC para mojarra patiana, con el fin de generar una mejor respuesta y establecer el protocolo de reproducción con esta hormona.

Se recomienda hacer ensayos de incubación de las ovas sin retirar la membrana adherente con ácido tánico u otros, con el fin de establecer de qué manera el proceso sería más viable.

Se recomienda mejorar en la técnica de extracción de los óvulos por medio de una correcta inducción y masajes abdominales, de tal forma que, la hembra expulse la mayor cantidad cuando se completen las horas grado.

Se recomienda mejorar los mecanismos de filtración evitando la contaminación externa y puntos críticos de incubación en cuanto a calidad de agua.

6. BIBLIOGRAFÍA

ALCÁNTARA, F; VERDI, L; MURRIETA, G; RODRÍGUEZ, L; CHU, F; TELLO, S; ÁGUILA, M. Evaluación de dos inductores hormonales en la ovulación y desove de tres especies ícticas amazónicas. En: Revista Científica "Visión de Futuro". 2016. Vol. 6 No. 1. p. 103-108. Disponible en: <https://doi.org/10.22386/ca.v6i1.113>

ALVAREZ, C; RAMÍEREZ, C; COUTURIER, G; JESÚS, F; MARTINEZ, R. Manual para el cultivo de cíclidos nativos Tenguayaca (*Petenia splendida*) y Castarrica (*Cichlasoma urophthalmus*). 2013. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/318380919_Manual_para_el_cultivo_de_ciclididos_nativos_Tenguayaca_Petenia_splendida_y_Castarrica_Cichlasoma_urophthalmus

ARIAS, J. Estado actual del conocimiento sobre el yamú, *Brycon amazonicus*. En: Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. 2006. Vol. 19 No. 2. p. 125-133. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rccp/v19n2/v19n2a02.pdf>

ASOPESPA. Características de la tilapia roja (*Oreochromis* spp). En: Asopespa ORG. 2018. Disponible en: <http://asopespa.org/2018/04/25/caracteristicas-de-la-tilapia-roja-oreochromis-sp/>

ATENCIO, V. Producción de alevinos de especies nativas. En: Revista MVZ Córdoba. 2001. Vol. 6 No. 1. p. 9-14. Disponible en: <https://revistamvz.unicordoba.edu.co/article/view/106>

ATLAND, A. y V. BJERKNES. Calidad de Agua para el cultivo de Smolts en Chile. Norwegian Institute for Water Research (NIVA) Chile. 2009. 139p. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/339130123_Calidad_de_agua

AUTORIDAD NACIONAL DE ACUICULTURA Y PESCA. Plan Nacional para el Desarrollo de la Acuicultura Sostenible en Colombia (en línea). En: UANAP (Bogotá): 2014. Disponible en: <https://www.aunap.gov.co/wp-content/uploads/2016/04/Plan-Nacional-para-el-Desarrollo-de-la-Acuicultura-Sostenible-Colombia.pdf>

AYSON, F. Induced spawning of rabbitfish, *Siganus guttatus* (Bloch) using human chorionic gonadotropin (HCG) En: Aquaculture. 1991. Vol. 95 No. 1. p. 133-137. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/004484869190080Q>

BAENSCH, H y RIEHL, R. Atlas de Aquarien: 3a. Alemania: Melle, 1991. 1004p.

BRICEÑO, F; GUTIÉRREZ, X; FEEST, P; TAPIA, J; AATLAND, A y VILLARROEL, C. Precipitaciones: Cambio climático y calidad de agua en la producción de smolts en Chile. Revista Salmonexpert. 2016. Vol. 44. No. 6. p.

48-56. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/311202617_Precipitaciones_Cambio_climatico_y_calidad_de_agua_en_la_produccion_de_smolts_en_Chile

BRZUSKA E. The in vivo method of estimating the stages of oocytes maturation in carp *Cyprinus carpio* L. En: Acta Hydrobiologica. 1979. Vol. 21, pp. 423-433. Disponible en: <https://eurekamag.com/research/006/692/006692819.php>

CÁEZ MARTÍNEZ, Johanna. Caracterización morfométrica y mirística de diferentes especies piscícolas nativas continentales de Ecuador. 2021. Disponible en: <https://helvia.uco.es/handle/10396/21891>

CAMPOS BACA, Luis. El cultivo de la gamitana en Latinoamérica. 2015. Disponible en: <https://repositorio.iiap.gob.pe/handle/20.500.12921/108>.

CALA CALA, Plutarco. Medio ambiente y diversidad de los peces de agua dulce de Colombia. 2019. Disponible en: <https://repositorio.accefyn.org.co/bitstream/001/115/1/Medio%20ambiente%20%20diversidad%20de%20los%20peces%20de%20agua%20dulce%20-web-.pdf>.

CARRILLO M, S ZANUY. Manipulación de la reproducción de los teleósteos y calidad de las puestas. En: Castelló F, Calderer A (eds). Actas del Vº Congreso Nacional de Acuicultura. 1995. Sant Carles de la Rápita, España.

CASTRO, Laura y RODRÍGUEZ, Edwar. Relación entre las prácticas de alimentación y su efecto sobre la calidad del agua en estanques de piscicultura. En: Universidad Antonio Nariño. 2021. Disponible en: <http://repositorio.uan.edu.co/handle/123456789/5062>

CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS DEL MAR. Acuicultura. Módulo III, produce peces. (En línea) 2022. Disponible en: <https://img1.wsimg.com/blobby/go/b03832a7-c6d2-44b2-b1df-ee3dd8b1801e/downloads/MODULO%20III%20ACUACULTURA.pdf?ver=1664391583286>

CHAVES, L; CHACÓN, L; LOZADA, J; MOTTA, P; MURCIA, B. Evaluación de la reproducción inducida de cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) con acetato de buserelina. En: Vet Zootec, 2011. Vol. 6. No. 1, pp. 47-55. Disponible en: <http://vip.ucaldas.edu.co/vetzootec/downloads/v6n1a05.pdf>

COLEMAN, R. El Proyecto del Huevo de Cíclido (En línea). En: Cichlidae. 1996. Disponible en: <https://cichlidae.com/article.php?id=13&lang=es>

COMISIÓN DE REGULACIÓN DE COMUNICACIONES (CRC). El municipio de Timbío, inicia la estructuración del Plan de Educación Ambiental (En línea). En: Web CRC. (Colombia): 2012. Disponible en la dirección electrónica:

<https://web2018.crc.gov.co/index.php/1095-el-municipio-de-timbio-inicia-la-estructuracion-del-plan-de-educacion-ambiental>

CRUZ, P; VELASCO, Y y MEDINA, M. Manejo hormonal de la función reproductiva de peces tropicales bajo condiciones de cautiverio. En: Revista Científica "Visión de Futuro". 2006. Vol. 19 No. 2. p. 1-9. Disponible en: <https://revistas.udenar.edu.co/index.php/reipa/article/view/15>

DA ROCHA-PERINI V, SATO Y, RIZZO E, BAZZOLI N. Biology of eggs, embryos and larvae of *Rhinelepis aspera* (Spix & Agassiz, 1829) (Pisces: Siluriformes). Zygote. 2009. Vol. 18, pp. 159-171. Disponible en: <https://doi.org/10.107/S0967199409990165>

DAMSGÅRD, B; JUELL J y BRAASTAD, B. Welfare in farmed fish. Noruega: Fiskeriforskning, 2006. 150p.

DÍAZ, E. Reproducción inducida de *Rhamdia sebae* c. f. (*Siluriformes: Pimelodidae*) con Ovaprim. Trabajo de grado de biólogo marino. Bogotá: Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad de ingeniería y recursos naturales. Programa de biología marina, 2005. 48p. Disponible en: <https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/1390/T725.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

DUNCAN, D.B. Multiple ranges and multiple F. test. Biometrics 11:1. 1955.

FAO. 2022. *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2022*. Hacia la transformación azul. Roma, FAO. Disponible en: <https://doi.org/10.4060/cc0461es>.

FEEST, P; BRICEÑO, F. y GUTIERREZ, X. Calidad de agua. 2020. Disponible en; https://www.researchgate.net/publication/339130123_Calidad_de_agua

FONDO NACIONAL DE DESARROLLO PESQUERO (FONDEPES). Protocolo de reproducción del sábalo cola roja (en línea). En: Ministerio de la producción. 2017 (Consultada: 15, junio, 2021). Disponible en: https://www.fondepes.gob.pe/src/manuales/sabalo-protocolo_reproduccion-final.pdf

FROESE, R y PAULY, D. *Mesoheros ornatus* (2020) (en línea). En: FWS. Disponible en: https://www.fws.gov/fisheries/ANS/erss/uncertainrisk/ERSS-Mesoheros-ornatus_FINAL-Apr2020.pdf

GALVÃO, I. Módulo de propagação artificial de tambaqui (*Colossoma macropomum*) e pacu (*C. mitrei*). En: Juárez-Palacios J. R. (Ed). Avances en el cultivo de peces del género *Colossoma*. 1989. <http://www.fao.org/docrep/field/003/AB491S/AB491S00.htm>.

GONZÁLEZ VÉLEZ, M. A. Características morfométricas, merísticas, de la canal y de la carne de especies de pez nativas de agua dulce de Ecuador. 2017. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/132384579.pdf>

GONZALES *et al.* 2012. Contaminación de las aguas con glifosato y sus efectos en ictiofauna nativa de Colombia. Disponible en http://www.mamacoca.org/docs_de_base/Fumigas/ContaminaciindelagasconglifosatoysusefectodtxicosenictiofaunanativadeColombia%281%29.pdf

GORDILLO, Luisa. Estudio del desarrollo embrionario del pez amatitlania nigrofasciata (Perciformes: Cichlidae). En: Universidad Francisco José de Caldas. (En línea). 2017. Disponible en: <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/6599/GordilloJimenezLuisaFernanda2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

GOOGLE MAPS. Ubicacion de la estación piscicola Pambio. En: Google (En línea). 2022. Disponible en: <https://bit.ly/3kmdx8k>

HAHN, C. y GRAJALES, A. Reproducción Inducida de Especies ícticas de alto valor biológico y comercial, Dorada (*Brycon moorei*) y Bocachico (*Prochilodus reticulatus*), Caldas, Colombia (en línea). En: Universidad de Nariño. 2004 (Consultada: 15, marzo, 2021). Disponible en: <https://revistas.udenar.edu.co/index.php/reipa/article/view/1492/1831>

HARVEY, B y HOAR, W. Teoría práctica de la reproducción inducida en los peces: 38a. Canadá: Centro Internacional para el desarrollo de Ottawa, 1980.125p.

HERNANDEZ, F; HERNÁNDEZ, R; VALENZUELA, I; PERERA, M; CUENCA, C. Desarrollo embrionario y larval de la mojarra paleta *Vieja melanura* (Günther, 1862) del sureste mexicano. Ecosistemas y recur. Agropecuarios. 2020, vol.7, n.3. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-90282020000300202&lng=es&nrm=iso

HOAR, W. Fish physiology. USA: Academic Press, 1969. 59p.

HOYOS, D. Evaluación del impacto de la retención de sólidos suspendidos en los estanques de cultivo de trucha sobre la calidad fisicoquímica del agua para la producción de peces. Tesis Doctoral, Universidad del Valle. 2011. Disponible en: <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/id/2b22ba8c-33b9-4974-8b41-3eeab04e829f/3750-0445521.pdf>

IDEAM e INVEMAR. Protocolo de monitoreo y seguimiento del agua (En línea). En: Ideam (Colombia): 2017. Disponible en: <http://documentacion.ideam.gov.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=38417>

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI (IGAC). Geoportal (En línea). 2020. Disponible en: <https://geoportal.igac.gov.co/>

JARAMILLO, U. Actividad Pesquera en las ciénagas de Tumaradó (PNN Los Katíos – Bajo Atrato) y aspectos sobre biología de algunas de las especies de peces explotadas. 2005. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Disponible en: <https://whc.unesco.org/document/127204>

KRATOCHWIL, Claudius F.; SEFTON, Maggie M.; MEYER, Axel. Embryonic and larval development in the Midas cichlid fish species flock (*Amphilophus spp.*): a new evo-devo model for the investigation of adaptive novelties and species differences. *BMC Developmental Biology*, 2015, vol. 15, no 1, p. 1-15.

KUCHARCZYK, D; KUJAWA, R; MAMCARZ, A, TARGOŃTSKA, K; WYSZOMIRSKA, E, GLOGOWSKI, J; BABIAK, I; SZABÓ, T. Induced spawning in bream (*Abramis brama* L) using pellets containing GnRH. *Czech J Anim Sci*. 2005. Vol. 25, pp. 89-95. Disponible en: <https://doi.org/10.17221/4000-CJAS>

KULLANDER, S. O. (2003). Cichlidae (Cichlids). En R. E. Reis, S. O. Kullander y C. J. Ferraris, Jr. (eds.), *Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America* (pp. 605-654). Edipucris

KUO, C. Manipulation of ovarian development and spawning in grey mullet, *Mugil cephalus*. En: *israelí Journal of Aquaculture*. 1995. Vol. 47 No. 1. p. 43 - 58. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/7874751_Enhancing_spawning_in_the_grey_mullet_Mugil_cephalu_by_removal_of_dopaminergic_inhibition

LASSO, C; MACHADO, A. Sinopsis de las especies de peces de la familia Cichlidae presentes en la cuenca del Rio Orinoco: claves, diagnosis, aspectos bio-ecológicos e ilustraciones: 38a. Venezuela: Museo de Historia Natural La Salle, 2000. 150p.

LEGENDRE, M; LINHART, O. y BILLARD, S: Spawning and management of gametes, fertilized eggs and embryos in Siluroidei. En: *Aquat. Living Resour*. 1996. Vol. 9 No. 1. p. 59 - 80. Disponible en: <https://www.alrjournal.org/articles/alr/abs/1996/05/alr96hs04/alr96hs04.html>

LENIS G, RESTREPO L, y CRUZ, P. Evaluación de tres protocolos de tratamiento hormonal sobre el diámetro de ovocitos de sabaleta *Brycon henni*. En: *Rev Colomb Cienc Pec*. 2009. Vol. 22, pp. 131-142. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-06902009000200003

MALDONADO, J; USMA, J; VILLA, F; ORTEGA, A; PRADA, S; JIMÉNEZ, L; JARAMILLO, U; ARANGO, A; RIVAS, T y SÁNCHEZ, Gi. Peces Dulceacuícolas del Chocó Biogeográfico de Colombia (en línea). En: Repositorio Humboldt

(Bogotá): 2012. Disponible en:
<http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/32918>

MAGYP. Los sistemas cerrados de recirculación en Piscicultura. En: Gobierno de Argentina. (En línea) 2006. Disponible en:
https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/acuicultura/cultivos/_archivos//000000_Otros%20sistemas/000002-Los%20sistemas%20cerrados%20de%20recirculaci%C3%B3n%20en%20piscicultura.pdf

MARTÍNEZ, A; Departamento del Cauca, toda Colombia, la cara amable de Colombia. (2019). Disponible en: <https://www.todacolombia.com/departamentos-de-colombia/cauca/index.html>

MARTÍNEZ GONZÁLEZ, C. C., GONZÁLEZ DAZA, W. Y MOJICA, J. I. (2018). length weight relationships of fishes in the mira basin, colombia. journal of applied ichthyology, 34(5), 1216-1219. <https://doi.org/10.1111/jai.13742>

MCCMAHAN, C; MATAMOROS, W; PILLER, K y CHAKRABARTY, P. Taxonomía y sistemática de las herichthyins (Cichlidae: Tribe Heroini), con la descripción de ocho nuevos géneros medianos americanos. En: Zootaxa. 2015. Vol. 3999 No. 2. p. 211–234. Disponible en:
<https://www.mapress.com/zootaxa/2015/f/zt03999p234.pdf>

MEJÍA, L; RODRÍGUEZ, C y LÓPEZ, J. Evaluación de la Gonadotropina Coriónica Humana (HCG) a diferentes dosis, en la reproducción inducida de pargo lunarejo (*Lutjanus guttatus*, Stendaichner 1869) en condiciones de cautiverio. En: Vet.zootec. 2009. Vol. 3 No. 2. p. 28-40. Disponible en:
<http://vetzootec.ucaldas.edu.co/downloads/v3n2a03.pdf>

MEJÍA, O. Guía de manejo de un pez nativo del chocó, la mojarra (*Cichlasoma ornatum*). Quito: Gráficas Iberia, 2007. 34p.

MINISTERIO DE AGRICULTURA. Cadena de la acuicultura En: Minagricultura. 2018. Disponible en:
<https://sioc.minagricultura.gov.co/Acuicultura/Boletines/Cifras%20Sectoriales%202018%20de%20Mayo%20de%202018%20Acuicultura.pdf>

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL (MADR). Dirección de cadenas pecuarias, pesqueras y acuícolas, cadena de la acuicultura (En línea). En: Madr (Colombia): 2021. Disponible en:
<https://sioc.minagricultura.gov.co/Acuicultura/Documentos/2020-03-31%20Cifras%20Sectoriales.pdf>. 2021.

MOJICA, J; USMA, J; ÁLVAREZ, R y LASSO, C. Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia (en línea). En: Repositorio Humboldt (Bogotá):

2012. Disponible en:
<http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/34197>

MOJICA, J. I., MARTÍNEZ-GONZÁLEZ, C. C., ACOSTA-VELA, A. G., LARRARTE-RIVERA, E., GONZÁLEZ-DAZA, W., ÁVILA-ROJAS, F. L., MARTÍNEZ-AGUIRRE, E. Y FORERO-CANO, J. D. (2017). Lista de los peces de la cuenca del río Mira, vertiente Pacífico, Colombia. *Biota Colombiana*, 18(2), 190-198. <https://doi.org/10.21068/c2017.v18n02a12>

MOJICA, José Iván, et al. Peces de la Cuenca del río Mira: Pacífico colombo-ecuatoriano. 2021. Disponible en:
<http://ciencias.bogota.unal.edu.co/fileadmin/FacultaddeCiencias/Publicaciones/ArchivosLibros/LibrosICN/Pecesdelacuencadelrio/Pecesdelacuencadelrio.pdf>

MOLINA, A. Desarrollo larval de *Amphilophus rostratus* (Gill 1877) (Pisces: Cichlidae) cultivados en laboratorio. En: *Brenesia*. 2008. Vol. 70 No. 1. p. 47-52. Disponible en: <https://www.monografias.com/trabajos-pdf4/desarrollo-larval-amphilophus-rostratus-cultivados-laboratorio/desarrollo-larval-amphilophus-rostratus-cultivados-laboratorio.pdf>

MOLINA, A. Larval development of *Hypsophrys nicaraguensis* (Pisces: Cichlidae) under laboratory conditions. En: *Revista de Biología Tropical*. 2011. Vol. 59 No. 4. p. 1679-1684. Disponible en la dirección electrónica: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442011000400021&script=sci_abstract

MONCAYO ALBERTO. 2022. Diseño de montaje de recirculación en mojarra patiana

MONTES, C; ATENCIO, V; ESTRADA, A y YEPES, J. Reproducción en cautiverio de vizcaína *Curimata mivartii* con extracto pituitario de carpa. En: *Orinoquia*. 2019. Vol. 23 No. 2. p. 63-70. Disponible en la dirección electrónica: <http://www.scielo.org.co/pdf/rori/v23n2/0121-3709-rori-23-02-63.pdf>

MONTOYA, J., PINEDA, H. y RESTREPO, G. Evaluación comparativa del efecto del Extracto Pituitario de Carpa (EPC) y gonadotropina coriónica humana (hCG) en la reproducción inducida del bagre del Patía (*Rhamdia quelen*). En: *Rev Inv Vet Perú*. 2018. Vol. 29 No. 4. p. 1355-1363. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rivep/v29n4/a30v29n4.pdf>

NANOCOLOR®. Photometric Water Analysis. PF-11-04.04. Art.-Nr. 985 026. Art.-Nr. 918 72. Art.-Nr. 985 082. 2009

NATURALISTA. *Mesoheros ornatus*. (En línea). 2021 Disponible en: <https://www.naturalista.mx/taxa/623752-Mesoheros-ornatus>

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA (FAO). Intensificación y expansión de la producción acuícola sostenible (En línea). 2022. En: Fao (Colombia): Disponible en: <https://www.fao.org/3/cc0461es/online/sofia/2022/expanding-sustainable-aquaculture-production.html>

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA (FAO). El estado mundial de la pesca y la acuicultura (en línea). En: Sostenibilidad en acción. 2020. Disponible en: <http://www.fao.org/3/ca9231es/CA9231ES.pdf>

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA (FAO). La reproducción de los peces (En línea). En: Fao (Colombia): 2009 (Consultada: 27, abril, 2022). Disponible en la dirección electrónica: https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6709s/x6709s09.htm

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA (FAO). Prevención y tratamiento de enfermedades de los peces. 2009. de Disponible en: https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6709s/x6709s15.htm

ORTEGA LARA, A. 2004. Continuación de la caracterización de la ictiofauna nativa de los ríos faltantes de la cuenca del río Cauca, Departamento del Cauca. Informe presentado a LA Corporación Autónoma Regional del Cauca, CRC. Popayán, Colombia. 210 p.

ORTEGA, A; RODRÍGUEZ, C y LÓPEZ, J. Evaluación comparativa del efecto del Extracto Pituitario de Carpa (EPC) y gonadotropina coriónica humana (hCG) en la reproducción inducida del bagre del Patía (*Rhamdia quelen*). En: Vet.zootec. 2010. Vol. 4 No. 1. p. 16-22. Disponible en: <http://vip.ucaldas.edu.co/vetzootec/downloads/v4n1a02.pdf>

ORTEGA, A; USMA, J; BONILLA, P y SANTOS, N. Peces de la cuenca del río Patía, Vertiente del Pacífico colombiano. En: Biota Colombiana. 2006. Vol. 7 No. 2. p. 179-190. Disponible en la dirección electrónica: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49170202>

PAREDES, N. Reproducción inducida de barbilla *Rhamdia sebae* c. f. (*Siluriformes, Pimelodidae*) con diferentes dosis y protocolos de aplicación de la hormona gonadotropina coriónica humana (HCG) comparada con extracto hipofisiario de carpa (EHC) (en línea). En: Sired Udenar (Pasto): 2007, p. 10. Disponible en: <http://sired.udenar.edu.co/5670/>

PATIÑO, R. Manipulations of the reproductive system of fishes by means of exogenous chemicals. En: The Progressive Fish-Culturist. 1997. Vol. 54 No. 3.

p. 118-128. Disponible en: [https://doi.org/10.1577/1548-8640\(1997\)059<0118:MOTRSO>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8640(1997)059<0118:MOTRSO>2.3.CO;2)

PERDOMO, Daniel; CORREDOR, Zenaida; REYNA, Yohan; GONZÁLEZ, Mario; MORATINOS, Pedro & PEREA, Fernando. Influencia del tamaño, la variedad y la proporción de sexos en la producción de huevos de tilapia (*Oreochromis spp*) en un sistema tropical intensivo al aire libre. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 2020. Vol. 31. No. 4. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.15381/rivep.v31i4.19037>

PÉREZ ALBELO, Irene. *Uso de diferentes tipos de gonadotropinas (purificadas vs recombinantes) para inducir la maduración sexual en machos de anguila europea*. 2021. Tesis Doctoral. Universitat Politècnica de València.

QUINTERO, Silvia Cristina; SILVA, Mayerly Andrea Tolosa; GALVIS, Olga Xiomena Aguilar. Tecnología del biofloc en un cultivo de mojarra roja (*Oreochromis sp.*) en la etapa de levante. *Innovando en la U*, 2013, no 5, p. 23-32. Obtenido de <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/innovando/article/view/3845>

RIEHL R y PATZNER RA. Minireview: The modes of egg attachment in teleost shes. *Ital J Zool*. 1998. Vol. 65. No. S1, pp. 415-420. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/11250009809386857>

RÍOS HERRERA R, HERRERA COLLAZOS E E (2020). Colección de peces de agua dulce del INCIVA. Versión 2.2. Instituto para la Investigación y la Preservación del Patrimonio Cultural y Natural del Valle del Cauca - INCIVA. Occurrence dataset <https://doi.org/10.15472/ckvnx> accessed via GBIF.org on 2022-11-22. <https://www.gbif.org/occurrence/1848315535>

ROJAS, R. Automatización de un criadero de mojarra tilapia. Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez. 2010, Disponible en: <http://repositoriodigital.tuxtla.tecnm.mx/xmlui/bitstream/handle/123456789/2716/MDRPIEL2010010.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

SAAVEDRA, M. Introducción al Cultivo de Tilapia. Coordinación de Acuicultura, Departamento de Ciencias Ambientales y Agrarias, Facultad de Ciencia, Tecnología y Ambiente. Universidad Centroamericana. 2006. Disponible en: <https://www.crc.uri.edu/download/manejo-del-cultivo-de-tilapia-cidea.pdf>

SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERIA Y PESCA - ARGENTINA (2006). Los sistemas cerrados de recirculación en piscicultura. Producción de peces. Disponible en: https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_peces/piscicultura/36sistemas_cerrados_de_recirculacion.pdf

SIDDIQUE, M; COSSON, J; PSENICKA, M; LINHART, O. A review of the structure of sturgeon egg membranes and of the associated terminology. En: J Appl Ichthyol. 2013. Vol. 30. No., (6), pp. 1246-1255. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/jai.12604>

SOLANO-PEÑA, D., SEGURA-GUEVARA, F., OLAYA-NIETO, C. Crecimiento y reproducción de la mojarra amarilla (*Caquetaia kraussii* Steindachner, 1878) en el embalse de Urrá, Colombia. *Revista MVZ Córdoba*, 2013, vol. 18, no 2, p. 3525-3533.

SPINDOLA, J. Tácticas reproductivas para optimizan la supervivencia de la descendencia de *Cichlasoma orientale* (Perciformes: Cichlidae). En: *Revista de Biología Tropical*. 2014. Vol. 65 No. 3. p. 1007-1018. Disponible en la dirección electrónica: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v62n3/a17v62n3.pdf>

TARGOŃSKA, K; KUPREN, K; KUJAWA, R; MAMCARZ, A; KACZKOWSKI, Z; GLOGOWSKI, J. Artificial reproduction of different dace, *Leuciscus leuciscus* (L) populations as a method for biodiversity preservation. *Turk J Fish Aquat Sc*. 2015. Vol. 15, pp. 477-485. Disponible en: https://doi.org/10.4194/1303-2712-v15_2_34

VALDEBENITO, I. Terapias hormonales utilizadas en el control artificial de la madurez sexual en peces de cultivo: una revisión. En: *Archivos de Medicina Veterinaria*, 2008. Vol. 40 No. 2. p. Archivos de Medicina Veterinaria. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1730/173013339002.pdf>

VALDERRAMA M. 2019. Bagre y bocachico las especies más amenazadas por la sobrepesca en Colombia. *Revista Semana*. Disponible en: www.semana.com/medio-ambiente/articulo/bagre-y-bocachico-las-especies-mas-amenazadas-por-la-sobrepesca-en-colombia/45249/

WATANABE, W; ELLIS, E; ELLIS, S; CHAVES, J; MANFREDI, C; HAGOOD, R; SPARSIS, M y ARNESON, S. Artificial propagation of mutton snapper *Lutjanus analis*, a new candidate marine fish species for aquaculture. En: *Journal World Aquaculture Society*. 2008. Vol. 29 No. 1. p. 176 - 187. Disponible en: https://uncw.edu/aquaculture/documents/1998_watanabe_et_al_jwas_176_187.

WOYNAROVICH, E., y HORVÁTH, L. Propagación artificial de peces de aguas templadas: manual para extensionistas (En línea). En: FAO (Hungría): 1981 Disponible en: <https://www.fao.org/3/ac908s/AC908S00.htm>

ZOHAR, Y; MYLONAS, C. Endocrine manipulations of spawning in cultured fish: from hormones to genes. *Aquaculture* 2001. Vol. 197. No. 1, pp. 99-136. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0044848601005841>

ZHONG, H., ZHOU, Y., YU, F., XIAO, J., GAN, X., & ZHANG, M., (2014). Seasonal changes and human chorionic gonadotrophin (hCG) effects on innate

immune genes expression in goldfish (*Carassius auratus*). *Fish Shellfish Immunol.* 38(2), 303–310

7. ANEXOS

Anexo A. Protocolo del cálculo de las dosis de las hormonas

La aplicación total de las hormonas se dividió en dos dosis para las hembras y en una sola dosis para los machos, esta última se aplicó en conjunto con la dosis final de las hembras.

$$\begin{aligned} T1. \sum \text{Peso hembras en Kg (EHC)} & 0.506 + 0.542 + 0.524 + 0.494 = 2.066 \\ \Rightarrow 2.066 \times 1.1 & = 2.98 \text{ mg } 1\text{era dosis (10\%)} \\ \Rightarrow 2.066 \times 4.4 & = 9.1 \text{ mg } 2\text{da dosis (90\%)} \\ \rightarrow & \text{Dilución en 1.2 ml de solución salina} \end{aligned}$$

Para la aplicación de la hormona EHC se pesaron las hembras se sumó el total del peso vivo en kilogramos luego se multiplicó por 1.1 (10% de la dosis) obteniendo la cantidad de 2,98 mg este valor se diluyó en 1,2 mL de solución salina quedando una solución compuesta de 1,2 mL los cuales se dividieron en las 4 hembras dando como resultado 0,4 mL para cada hembra; asimismo se calculó la segunda dosis pero se multiplicó por 4.4. (90% de la dosis total) dando como resultado 9,1 mg de EHC en 1,2 mL que se dividieron entre las 3 hembras.

Para la aplicación de la hormona HCG se pesaron los machos se sumó el total del peso vivo en kilogramos, la aplicación de la hormona se dividió en dos dosis, la primera con una concentración al 10% y la segunda al 90%. Para la aplicación de esta hormona se realiza una conversión de Unidades internacionales (de acuerdo a la presentación del envase UI) a centímetros cúbicos (cc) como forma de aplicación. De la siguiente manera:

$$T2. \sum \text{Peso machos en Kg (HCG)} \text{ Peso 1: } 0.488 \text{ Peso 2: } 0.540 \text{ Peso 3: } 0.502$$

$$\begin{aligned} \text{Peso 1. } \Leftrightarrow 0.488 \text{ Kg} & \rightarrow x & \Rightarrow x = 732 \text{ UI HCG Dosis total} \\ & 1\text{Kg} & \rightarrow 1500\text{UI} \\ & 1\text{era dosis } \times 33\% & \Rightarrow 242\text{UI} \Rightarrow 0.25\text{cc} \\ & 2\text{da dosis } \times 67\% & \Rightarrow 490\text{UI} \Rightarrow 0.5\text{cc} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Peso 2. } \Leftrightarrow 0.540 \text{ Kg} &\rightarrow x && \Rightarrow x = 750 \text{ UI HCG Dosis total} \\
 & && 1 \text{ Kg} \rightarrow 1500 \text{ UI} \\
 & && 1 \text{ era dosis } \times 33\% \Rightarrow 248 \text{ UI} \Rightarrow 0.25 \text{ cc} \\
 & && 2 \text{ da dosis } \times 67\% \Rightarrow 502 \text{ UI} \Rightarrow 0.51 \text{ cc}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Peso 3. } \Leftrightarrow 0.502 \text{ Kg} &\rightarrow x && \Rightarrow x = 753 \text{ UI HCG Dosis total} \\
 & && 1 \text{ Kg} \rightarrow 1500 \text{ UI} \\
 & && 1 \text{ era dosis } \times 33\% \Rightarrow 249 \text{ UI} \Rightarrow 0.25 \text{ cc} \\
 & && 2 \text{ da dosis } \times 67\% \Rightarrow 504 \text{ UI} \Rightarrow 0.51 \text{ cc}
 \end{aligned}$$

La aplicación de la hormona HCG en machos es única dosis, para los cálculos se pesó cada uno, se sumó el total del peso vivo en kilogramos, al tener pesos diferentes se realizó el cálculo para cada uno

T2. Σ *Peso machos en Kg (HCG)* *Peso 1. 0.92* *Peso 2. 1.032* *Peso 3. 0.316*

$$\begin{aligned}
 \text{Peso 1. } \Leftrightarrow 0.920 \text{ Kg} &\rightarrow x && \Rightarrow x \\
 & && = 1380 \text{ UI Dosis total } \times 33\% \Rightarrow 456 \text{ UI} \Rightarrow 0.46 \text{ cc} \\
 & && 1 \text{ Kg} \rightarrow 1500 \text{ UI}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Peso 2. } \Leftrightarrow 1.032 \text{ Kg} &\rightarrow x && \Rightarrow x \\
 & && = 1548 \text{ UI Dosis total } \times 33\% \Rightarrow 510 \text{ UI} \Rightarrow 0.51 \text{ cc} \\
 & && 1 \text{ Kg} \rightarrow 1500 \text{ UI}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Peso 3. } \Leftrightarrow 0.316 \text{ Kg} &\rightarrow x && \Rightarrow x = 474 \text{ UI Dosis total } \times 33\% \Rightarrow 157 \text{ UI} \Rightarrow 0.16 \text{ cc} \\
 & && 1 \text{ Kg} \rightarrow 1500 \text{ UI} \\
 & && \rightarrow \text{Dilución en } 1.2 \text{ ml de solución salina}
 \end{aligned}$$

Para a la aplicación de las dosis, se anestesiaron a los ejemplares con una dilución de aceite de clavo (Eugenol), pasado un momento, se tomaron a los ejemplares por la zona craneal tapando su visión y se hizo la inducción con una inyección de insulina debajo de la aleta pectoral (intramuscular) con una inclinación aproximada de 45°C en dirección caudal – craneal. Se tiene en cuenta el tiempo de latencia contabilizado en horas grado, es decir, se hace en referencia a la temperatura.

Anexo B. Tabla de parámetros fisicoquímicos del agua de la estación piscícola de Pambio

Nombre del sitio	Localidad	Fecha	Altitud	Coordenadas		Parámetros fisicoquímicos									
				E	W	Oxígeno (mg/L)	% sat. O	T (°C)	pH	Conductividad (µs)	Nitrosos (mg/L)	Nitrato (mg/L)	DBO 5 (mg/L)	DQO (mg/L)	Dureza o Alcalinidad (mmol/L)
Bocatoma	Estación piscícola Pambio, Timbio-Cauca	2021/07/13 1688 msnm	2° 20' 2,3"	76° 41' 1,1"	7,37	97,2	18,2	6,8	35	<0,1	<0,3	8,1	<15	<0,4	<0,2
Bocatoma	Estación piscícola Pambio, Timbio-Cauca	2021/07/13 1688 msnm	2° 20' 2,3"	76° 41' 1,1"	7,46	97,8	18,2	6,8	35,1	<0,1	<0,3	8,1	<15	<0,4	<0,2
Bocatoma	Estación piscícola Pambio, Timbio-Cauca	2021/07/13 1688 msnm	2° 20' 2,3"	76° 41' 1,1"	7,5	98	18,1	6,8	35,1	<0,1	<0,3	8,1	<15	<0,4	<0,2
	PROMEDIO				7,44	97,67	18,17	6,80	35,07	<0,1	<0,3	8,10	<15	<0,4	<0,2
Estanque 35 (Repro. de Pambio)Caja	Estación piscícola Pambio, Timbio-Cauca	2021/07/13 1787 msnm	2° 20' 21,5"	76° 41' 34,7"	7,76	109,9	21	7	45,6	<0,1	<0,3	6,4	<15	<0,4	<0,2
Estanque 35 (Repro. de Pambio)Medio	Estación piscícola Pambio, Timbio-Cauca	2021/07/13 1787 msnm	2° 20' 21,5"	76° 41' 34,7"	8,15	114,1	21,2	7	45,2	<0,1	<0,3	6,2	<15	<0,4	<0,2
Estanque 35 (Repro. de Pambio)E. agua	Estación piscícola Pambio, Timbio-Cauca	2021/07/13 1787 msnm	2° 20' 21,5"	76° 41' 34,7"	8,39	116,9	21,4	7	43,7	<0,1	<0,3	6,4	<15	<0,4	<0,2
	PROMEDIO				8,1	114	21,2	7	44,83	<0,1	<0,3	6,3	<15	<0,4	<0,2
Estanque 36 (Captura Mojarra)Caja	Estación piscícola Pambio, Timbio-Cauca	2021/07/13 1787 msnm	2° 20' 21,5"	76° 41' 34,7"	7,93	109,2	21,2	7,1	34,7	<0,1	<0,3	7,3	<15	0,5	<0,2
Estanque 36 (Captura Mojarra)Medio	Estación piscícola Pambio, Timbio-Cauca	2021/07/13 1787 msnm	2° 20' 21,5"	76° 41' 34,7"	8,32	115,4	21,2	7,1	34,4	<0,1	<0,3	5,6	<15	0,5	<0,2
Estanque 36 (Captura Mojarra)E. agua	Estación piscícola Pambio, Timbio-Cauca	2021/07/13 1787 msnm	2° 20' 21,5"	76° 41' 34,7"	8,26	114,9	21,3	7,1	34,5	<0,1	<0,3	6,7	<15	0,5	<0,2
	PROMEDIO				8,17	113	21,2	7,1	34,53	<0,1	<0,3	6,5	<15	0,5	<0,2
Estanque 37 (Especies Nativas)E. agua	Estación piscícola Pambio, Timbio-Cauca	2021/07/13 1787 msnm	2° 20' 21,5"	76° 41' 34,7"	6,68	90,3	20	6,6	33,7	<0,1	<0,3	4,3	<15	<0,4	<0,2
Estanque 37 (Especies Nativas)Medio	Estación piscícola Pambio, Timbio-Cauca	2021/07/13 1787 msnm	2° 20' 21,5"	76° 41' 34,7"	5,59	75,5	19,9	6,6	33,4	<0,1	<0,3	4,2	<15	<0,4	<0,2
Estanque 37 (Especies Nativas)Caja	Estación piscícola Pambio, Timbio-Cauca	2021/07/13 1787 msnm	2° 20' 21,5"	76° 41' 34,7"	5,98	80,7	20	6,6	33,1	<0,1	<0,3	4,5	<15	<0,4	<0,2
	PROMEDIO				6,08	82,17	19,97	6,60	33,40	<0,1	<0,3	4,3	<15	<0,4	<0,2

Anexo C. Tabla de registro de peso y volumen colectado para tratamientos y repeticiones.

TRATAMIENTO		PESO HEMBRAS (Kg)	PESO MACHOS(Kg)	Volumen colectado (mL)	huevos/m L
CONTROL	T1	562	932	5	153
	T1	504	774	0	0
	T1	568	940	0	0
EPC	T2	506	1000	5,7	164
	T2	542	982	6,5	95
	T2	509	399	12,9	122,5
HCG	T3	488	1032	10	172
	T3	540	920	0	0
	T3	502	316	14	94

Fuente: este estudio, 2022

Anexo D. Tabla de registro de temperatura.

Tiempo (24h)	Hora	Temperatura (°C)	
		Tanque	Incubadora
0:00	5:30 p. m.	27	27
0:30	6:00 p. m.	27	27
1:00	6:30 p. m.	27,1	27,1
1:30	7:00 p. m.	27,1	27,1
2:00	7:30 p. m.	27,4	27,3
2:30	8:00 p. m.	27,5	27,4
3:00	8:30 p. m.	27,6	27,5
3:30	9:00 p. m.	27,7	27,6
4:00	9:30 p. m.	27,8	27,7

4:30	10:00 p. m.	27,9	27,8
5:00	10:30 p. m.	27,9	27,8
5:30	11:00 p. m.	27,9	27,9
6:00	11:30 p. m.	28	27,9
6:30	12:00 a. m.	28	27,9
7:00	12:30 a. m.	28	27,9
7:30	1:00 a. m.	28	27,9
8:00	1:30 a. m.	28	27,9
8:30	2:00 a. m.	27,9	27,8
9:00	2:30 a. m.	27,9	27,8
9:30	3:00 a. m.	27,9	27,8
10:00	3:30 a. m.	27,9	27,8
10:30	4:00 a. m.	27,9	27,8
11:00	4:30 a. m.	27,9	27,8
11:30	5:00 a. m.	27,9	27,8
12:00	5:30 a. m.	27,9	27,8
12:30	6:00 a. m.	27,9	27,8
13:00	6:30 a. m.	27,9	27,8
13:30	7:00 a. m.	28	27,9
14:00	7:30 a. m.	28,1	28
14:30	8:00 a. m.	28,1	28,1
15:00	8:30 a. m.	28,3	28,3
15:30	9:00 a. m.	28,4	28,3
16:00	9:30 a. m.	28,5	28,5
16:30	10:00 a. m.	28,7	28,7
17:00	10:30 a. m.	28,9	28,9
17:30	11:00 a. m.	28,9	29
18:00	11:30 a. m.	28,9	28,9
18:30	12:00 p. m.	28,9	28,9
19:00	12:30 p. m.	28,8	28,9
19:30	1:00 p. m.	28,8	28,8
20:00	1:30 p. m.	28,7	28,7
20:30	2:00 p. m.	28,7	28,6
21:00	2:30 p. m.	28,6	28,6
21:30	3:00 p. m.	28,6	28,6
22:00	3:30 p. m.	28,6	28,6
22:30	4:00 p. m.	28,6	28,6
23:00	4:30 p. m.	28,6	28,6
23:30	5:00 p. m.	28,6	28,6

Fuente: este estudio, 2022

Anexo E. Registro de desove y fertilización

REGISTRO DE DESOVE Y FERTILIZACIÓN DE MOJARRA PATIANA				
FECHA	TRATAMIENTO	VOLUMEN COLECTADO (mL)	HUEVOS/1mL	#HUEVOS TOTALES
4/11/2021	T0	5	153	765
	T0	0	0	0
	T0	0	0	0
	T1	5,7	164	934,8
	T1	6,5	95	617,5
	T1	12,9	122,5	1580,25
	T2	10	172	1720
	T2	0	0	0
	T2	14	94	1316

Fuente: este estudio, 2022