

Escuela Superior Politécnica del Litoral

Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar

Acondicionamiento reproductivo del pargo lunarejo *Lutjanus guttatus* en
cautiverio para la obtención de desoves viables

VIDA - 442

Proyecto Integrador

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero Acuícola

Presentado por:

Alejandro Riquelme Cuichan Bonilla

Guayaquil - Ecuador

Año: 2025

Dedicatoria

El presente proyecto lo dedico a mis papás Judith Bonilla y Víctor Cuichan y a mi familia quienes me ayudaron a cumplir con mi objetivo de ser un excelente persona y profesional.

Agradezco al sacrificio de mis padres que estuvieron conmigo brindado el apoyo necesario durante cada etapa de mi formación estudiantil para que pueda cumplir uno de mis mayores sueños. Además, al Tutor Wilfrido Argüello y al Ing. Arnold Terreros, por permitirme trabajar en un proyecto increíble lleno de aprendizaje.

Agradecimientos

Mi más sincero agradecimiento a la Ing. Melania Vargas, Ing. Jerry Landívar, M.Sc, Milton Bohórquez, Jefferson Borbor, Sandra Rodríguez y a las personas que estuvieron en cada etapa de este proyecto ayudándome y dándome consejos para crecer como persona y de manera profesional. Además, a ESPOL y CENAIM por permitirme trabajar en este excelente proyecto

Declaración Expresa

Yo Alejandro Riquelme Cuichan Bonilla acuerdo y reconozco que:

La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá al autor o autores, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor o autores.

La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por mí/nosotros durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que me/nos corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de mi/nuestra innovación, de ser el caso.

En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique al/los autor/es que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y previa de la ESPOL.

Guayaquil, 17 febrero del 2026

Alejandro Riquelme Cuichan Bonilla

Evaluadores

José Jerry Landívar Zambrano

Profesor de Materia

Wilfrido Ernesto Argüello Guevara

Tutor de proyecto

Resumen

La acuicultura en Ecuador depende principalmente de la producción camaronera, lo que ha evidenciado la necesidad de generar conocimiento técnico local que permita el desarrollo de protocolos propios adaptados a las condiciones ambientales y productivas del país. En este contexto, el Pargo lunarejo (*Lutjanus guttatus*) representa una alternativa de alto valor comercial; sin embargo, su cultivo se ha visto limitado por la ausencia de protocolos reproductivos adaptados a las condiciones locales. El presente proyecto tuvo como objetivo determinar un protocolo de acondicionamiento reproductivo del *L. guttatus* bajo condiciones de cautiverio en el CENAIM, para la obtención de desoves viables de forma constante, justificándose en la necesidad de generar juveniles producidos en cautiverio y reducir la presión sobre poblaciones silvestres. El desarrollo del proyecto se realizó mediante la captura y acondicionamiento de reproductores, manejo sanitario, alimentación controlada a base de alimento fresco (pescado, calamar y camarón y suplementado con vitaminas) para estimular la maduración gonadal ajustado a la biomasa y la implementación de un sistema de recirculación acuícola (RAS), evaluando variables ambientales, reproductivas y de calidad de huevos. Se registraron 28 desoves exitosos bajo condiciones controladas, obteniéndose 3.969.120 huevos totales y 3.333.500 huevos flotantes, con porcentajes de fertilización de hasta 100% y eclosión máxima de 91,66%, siendo el rango térmico de 28–29 °C el más eficiente. En conclusión, el protocolo desarrollado demostró que el acondicionamiento reproductivo sin inducción hormonal, basado en el control ambiental mediante RAS, es viable y eficiente para la producción sostenible del Pargo lunarejo en Ecuador.

Palabras Clave: calidad de huevos, manejo de reproductores, producción sostenible, sistema de recirculación acuícola.

Abstract

*Ecuadorian aquaculture relies heavily on shrimp production, which has prompted the search for alternative species to strengthen the sector. The spotted rose snapper (*Lutjanus guttatus*) is a marine species of high commercial value and socioeconomic importance for Ecuador's artisanal fisheries; however, its culture has been limited by the absence of reproductive protocols adapted to local conditions. The present study aimed to determine a reproductive conditioning protocol for *L. guttatus* under captive conditions at the National Center for Aquaculture and Marine Research (CENAIM), enabling the consistent production of viable spawns. The broodstock were captured off the coast of Santa Elena and subjected to quarantine, health management, and nutritional conditioning prior to their transfer to an aquaculture recirculation system (RAS). Reproductive variables, egg quality, and larval performance were evaluated under different spawning temperature ranges. Hormonal induction was ruled out due to its ineffectiveness and the appearance of adverse clinical signs. Under the RAS system, with thermal control between 28 and 29 °C, 28 successful spawns were recorded, yielding a total of 3,969,120 eggs and 3,333,500 floating eggs. Fertilization rates reached up to 100%, and hatching rates up to 91.66%. The average egg diameter (0.75 ± 0.02 mm) and lipid droplet diameter (0.15 ± 0.03 mm) demonstrated high homogeneity and quality. The results confirm that reproductive management without hormonal induction, based on environmental control within a RAS system, is viable and efficient for the reproductive conditioning of *Lutjanus guttatus*, laying the groundwork for its sustainable aquaculture development in Ecuador.*

*Keywords: *Lutjanus guttatus*; reproductive conditioning; recirculating aquaculture system (RAS); temperature; egg quality*

Índice general

Evaluadores	I
Resumen.....	II
<i>Abstract</i>	III
Índice general.....	IV
Abreviaturas	VI
Simbología	VII
Índice de figuras	VIII
Índice de tablas.....	VIII
Capítulo 1	1
1. Introducción	2
1.1. Descripción del Problema.....	3
1.2. Justificación del Problema	3
1.3. Objetivos	4
1.3.1. Objetivo general.....	4
1.3.2. Objetivos específicos	4
1.4. Marco teórico	5
1.4.1. Morfología de la especie	5
1.4.2. Reproducción.....	5
1.4.3. Desove	6
1.4.4. Larvicultura	6
1.4.5. Cultivo de Pargo lunarejo en otros países.....	6
Capítulo 2	8
2. Metodología.....	9
2.1. Manejo y captura de reproductores silvestres	9
2.2. Detección de desoves	12
2.3. Recolecta e incubación del desove	12

2.4.	Desarrollo embrionario	14
2.5.	Conteo de larvas y porcentaje de eclosión	14
2.6.	Análisis estadísticos	15
Capítulo 3		16
3.	Resultados y análisis	17
3.1.	Protocolo de acondicionamiento.....	17
3.1.1.	Manejo y captura de reproductores.....	17
3.1.2.	Detección de desove	18
3.1.3.	Recolección e incubación del desove	18
3.1.4.	Desarrollo embrionario y eclosión	18
3.1.5.	Producción total de huevos y número huevos flotantes	19
3.1.6.	Calidad de huevos	20
3.2.	Esquema de protocolo	21
3.2.1.	Manejo y captura de reproductores silvestres	22
3.2.2.	Detección de desoves.....	23
3.2.3.	Recolecta e incubación de desoves.....	23
3.2.4.	Eclosión	24
3.2.5.	presupuesto	24
Capítulo 4		25
4.	Conclusiones y recomendaciones	26
4.1.	Conclusiones.....	26
4.2.	Recomendaciones.....	27
Referencias		28
5.	Referencias	28

Abreviaturas

CENAIM	Centro Nacional de Acuicultura e Investigaciones Marinas
DPE	Días post eclosión
ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
PD	Peces Demersales
RAS	Recirculating Aquaculture Systems

Simbología

Cel	Células
ml	Mililitro
pH	Potencial de Hidrógeno
L	Litro
CV	Coeficiente de Variación
SD	Desviación Estándar

Índice de figuras

Figura 1 Desarrollo embrionario del Pargo lunarejo (<i>Lutjanus guttatus</i>) desde la fecundación hasta la eclosión.....	19
---	----

Índice de tablas

Tabla 1 Desarrollo embrionario del Pargo lunarejo (<i>Lutjanus guttatus</i>) desde la fecundación hasta la eclosión.....	20
Tabla 2 Media $\pm$ desviación estándar del diámetro del huevo y de la gota lipídica del <i>Lutjanus guttatus</i> en los desoves registrados del 02 de septiembre al 25 de noviembre del 2025.....	21

Capítulo 1

1. INTRODUCCIÓN

En Ecuador la acuicultura es uno de los sectores más dinámicos y rentables, impulsado principalmente por la producción camaronera (Acuicultura, 2025), generando empleos y divisas para la economía nacional. Pero, esta dependencia de una sola especie ha vuelto vulnerable a la industria frente a enfermedades y fluctuaciones en los precios internacionales (Nelloolichalil, 2024), afectando su estabilidad, surgiendo de esta manera la diversificación como una estrategia para fortalecer el desarrollo del sector acuícola ecuatoriano.

De esta manera los peces representan una opción estratégica para la acuicultura sostenible debido a su alta eficiencia en la conversión alimentaria y su bajo impacto ambiental en comparación con otras proteínas animales. (Jin et al., 2021). Adicionalmente, muchas especies icticas poseen ciclos reproductivos relativamente cortos, una elevada fecundidad y la capacidad de producirse en cautiverio bajo un manejo adecuado, lo que las convierte en candidatas idóneas para la maricultura. (Cañedo-Orihuela et al., 2023).

Dentro de este contexto, los peces de la familia Lutjanidae, conocidos comúnmente como pargos, destacan como candidatos prioritarios para la acuicultura (Espinosa Carreón et al., 2023). Los pargos conforman uno de los grupos de peces marinos más intensamente explotados, debido a su alta calidad de carne, su alto valor comercial, su rápido crecimiento, su alta capacidad de adaptación a condiciones de cautiverio, su elevado nivel de fecundidad y su extensa distribución en mares tropicales y subtropicales. Estas características los convierten en especies de interés para cultivos artesanales y semiindustriales. (John W. Tucker, 1998), posicionándolo como una especie potencial para la acuicultura.

En Ecuador existe una aceptación a esta especie lo que lo convierte en una gran importancia socioeconómica para las pesquerías artesanales de las provincias de Esmeraldas, Manabí y Guayas, tanto por la oferta como por la demanda en el mercado interno y externo (INEC, s.f.). Esta importancia se ve reflejada en los desembarques de pesca artesanal de peces demersales (PD), estimado en un total de 87,04 T, siendo el Pargo lunarejo (*Lutjanus guttatus*) el 14.61% del desembarque (IPIAP, 2021). Ante esta relevancia socioeconómica, la conformación y mantenimiento de lotes de reproductores domesticados es un paso crítico para reducir la presión

sobre las poblaciones silvestres y minimizar los impactos ecológicos asociados a la recolección de juveniles o adultos del medio natural. (López-Alvarado, 2016)

Diversos estudios en otros países han documentado con éxito el manejo reproductivo y la maduración gonadal del Pargo lunarejo (*Lutjanus guttatus*), sin embargo, en Ecuador se proyecta implementar el cultivo de esta especie; no obstante, aún resulta importante diseñar y validar un protocolo de acondicionamiento reproductivo acorde a las condiciones ambientales del país. Por ello en CENAIM, el objetivo fue establecer un protocolo de acondicionamiento adaptado a las condiciones de Ecuador que permita producir esta especie de manera eficiente y sostenible.

1.1. Descripción del Problema

El Centro Nacional de Acuicultura e Investigaciones Marinas (CENAIM) ha iniciado, desde finales del año 2024, el trabajo con el Pargo lunarejo (*Lutjanus guttatus*), una especie marina que, si bien existen antecedentes y protocolos reproductivos descritos en literatura para esta especie en otros países, estos no han sido evaluados ni adaptados a las condiciones propias del Ecuador. Hasta la fecha, se ha conformado un lote de reproductores bajo condiciones de cautiverio; sin embargo, no se han registrado desoves viables ni se ha logrado el establecimiento de procesos de larvicultura. Esta situación evidencia que, a pesar del conocimiento disponible, es necesario determinar las condiciones de manejo y las variables de calidad de agua que permitan el acondicionamiento reproductivo y la maduración gonadal del Pargo bajo condiciones controladas de cautiverio en Ecuador.

1.2. Justificación del Problema

El desarrollo del estudio del acondicionamiento reproductivo del Pargo lunarejo (*Lutjanus guttatus*) es importante por la necesidad de superar la principal limitante para establecer su cultivo en el Ecuador el cual es la falta de desoves viables y continuos bajo condiciones controladas de cautiverio, esto impide avanzar hacia procesos de larvicultura y una producción estable de

juveniles, permitiendo generar información técnica para establecer un protocolo de acondicionamiento reproductivo adaptado a las condiciones ambientales y de manejo del país, con el objetivo de garantizar una producción constante de juveniles que amplíe la oferta productiva y sirva como base para futuros proyectos de investigación y producción.

La disponibilidad de juveniles producidos bajo condiciones de cautiverio permitirá evaluar la factibilidad del cultivo en diferentes sistemas de producción incluyendo su potencial implementación en infraestructuras existentes como las camaroneras, contribuyendo al fortalecimiento del sector acuícola y disminuyendo la presión sobre las poblaciones silvestres mediante la reducción de capturas del medio natural.

1.3. Objetivos

1.3.1. *Objetivo general*

Determinar un protocolo de acondicionamiento reproductivo del Pargo lunarejo (*Lutjanus guttatus*) bajo condiciones de cautiverio, que permita obtener desoves viables.

1.3.2. *Objetivos específicos*

- Establecer un lote de reproductores de Pargo lunarejo (*Lutjanus guttatus*) reproductivamente acondicionados y preparados para la obtención de desoves viables en condiciones controladas
- Determinar las variables de calidad de agua que potencien la madurez gonadal y favorezcan la producción de desoves viables del *Lutjanus guttatus*
- Elaborar un protocolo de manejo para el acondicionamiento reproductivo y maduración gonadal del Pargo lunarejo en condiciones controladas

1.4. Marco teórico

1.4.1. Morfología de la especie

El Pargo lunarejo presenta un cuerpo ovalado y una cabeza triangular con un hocico puntiagudo, su coloración varía entre rosado y amarillo, con líneas doradas dispuestas de forma oblicua a lo largo del cuerpo, con una mancha negra ubicada debajo de la aleta dorsal siendo un rasgo distintivo de la especie (Arellano-Martínez et al., 2001). Las aletas pélvicas y anal son de color amarillo pálido, la boca es terminal y esta provista de dientes caniniformes, con uno o dos caninos bien desarrollados en ambas mandíbulas, acompañados por una banda de dientes más pequeños. Tiene una línea lateral definida, con escamas que se extienden hasta la base de la aleta caudal, la aleta dorsal es continua con 10 a 12 espinas y entre 10 a 17 radios blandos, mientras que la aleta anal presenta 3 espinas y de 7 a 11 radios y la aleta caudal cuenta con 17 radios principales, siendo los anteriores de mayor tamaño. Presente además preopérculo serrado con una hendidura en el margen inferior y las bases de las aletas dorsal y la aleta anal cubiertas por escamas. Además, posee una disposición oblicua en las escamas del dorso por encima de la línea lateral.

1.4.2. Reproducción

El *Lutjanus guttatus* presenta una actividad reproductiva a lo largo de todo el año, con picos que varían según la ubicación geográfica. Esta variabilidad reproductiva estrechamente relacionado con el ciclo reproductivo y factores ambientales (la temperatura del agua, el fotoperiodo y la influencia de las mareas), inciden directamente en los procesos de maduración gonadal. Estas alteraciones ambientales, generan desajustes en la estacionalidad del desove, desequilibrios en la proporción sexual a favor de los machos y una reducción de la fecundidad poblacional. (Vélez-Arellano, y otros, 2024). Existe una relación directa entre la latitud y los patrones reproductivos de los peces de la familia Lutjanidae. En latitudes altas donde la estación cálida es breve, las especies presentan periodos de desoves cortos y bien definidos, en general asociados a desoves totales. En regiones subtropicales y tropicales cercanas al Ecuador, la especie

exhibe un periodo reproductivo prolongado, siendo caracterizado por desoves parciales o actividad reproductiva continua a lo largo del año. (Arellano-Martínez et al., 2001)

1.4.3. Desove

Los huevos pelágicos, como los del *Lutjanus guttatus*, son generalmente esféricos, de pequeño tamaño y flotantes, presentan un desarrollo embrionario rápido y eclosionan en períodos cortos, bajo las condiciones ambientales adecuadas de temperatura. Estas características los hacen particularmente sensibles a variaciones ambientales durante la incubación. (Ibarra-Castro, 2008)

1.4.4. Larvicultura

La larvicultura presenta fases críticas asociadas a la elevada tasa de mortalidad, durante las primeras etapas del desarrollo larvario. En el Pargo se presentan dos etapas críticas de alta mortalidad, al inicio de la alimentación exógena (4-8 DPE), donde las larvas requieren presas de pequeño tamaño como rotíferos y nauplios de copépodos y la fase de la metamorfosis (16-28 DPE) donde hay aumento de tamaño y desigualdad de larvas que favorecen el canibalismo, siendo la principal limitante para la producción de juveniles. (Burbano et al., 2019).

El alimento vivo es la parte más influyente de la larvicultura de los peces marinos, debido a su papel importante en suministrar los requerimientos nutricionales necesarios que satisfagan el crecimiento y supervivencia de la larva. Siendo el fitoplancton (microalgas) y zooplancton (rotíferos y copépodos) la base de los sistemas de larvicultura exitosos que aportan nutrientes claves como: aminoácidos, vitaminas y ácidos grasos. (Torretera Blanco & J. Tacon). El éxito de los cultivos de alimento vivo depende en gran medida del control de los parámetros ambientales, siendo la temperatura y la salinidad factores determinantes que garantizan la calidad nutricional y la disponibilidad de estos organismos.

1.4.5. Cultivo de Pargo lunarejo en otros países

El pargo lunarejo es una especie de alto valor comercial cuya acuicultura ha cobrado interés en varios países del Pacífico oriental, especialmente en Costa Rica, México y Colombia.

Históricamente, su producción se ha basado en la captura de juveniles silvestres para engorde en jaulas marinas, lo que ha generado limitaciones para la expansión sostenible del cultivo (Abdo de la Parra et al., 2017). En respuesta, durante la última década se han desarrollado avances significativos en el manejo reproductivo en cautiverio, incluyendo la conformación de reproductores, control ambiental y obtención de desoves viables sin dependencia exclusiva de inducción hormonal (Chacón-Guzmán et al., 2020).

En Costa Rica se han logrado progresos relevantes en la producción de huevos y larvas bajo sistemas controlados, evaluando estrategias de alimentación viva, incubación y larvicultura, con resultados prometedores en supervivencia larval y crecimiento temprano (Abdo de la Parra et al., 2017). De forma complementaria, estudios recientes han analizado el efecto de la salinidad y otros parámetros de calidad de agua sobre el desempeño fisiológico y productivo de juveniles, aportando criterios técnicos para optimizar sistemas intensivos y de recirculación acuícola (Chacón-Guzmán et al., 2025). Estos avances posicionan al *L. guttatus* como una especie con alto potencial para cerrar su ciclo productivo en cautiverio y fortalecer su desarrollo acuícola regional (Álvarez-González et al., 2022).

Capítulo 2

2. METODOLOGÍA

2.1. Manejo y captura de reproductores silvestres

El lote de reproductores se fue conformando desde la llegada del primer animal, se procuraba la captura de especímenes que estén en una talla de 29 – 35 cm. Los animales eran capturados de la zona costera en el cantón de Santa Elena, sector de Valdivia, Ecuador, con ayuda de pescadores artesanales. Las capturas se realizaban con redes de cerco y los animales atrapados eran transportados al CENAIM en gavetas plásticas de 50 L.

Los animales una vez llegados a las instalaciones eran aislados en un set de cuarentena en tanques negros de 500 L y cubiertos con una malla sarán ligeramente por encima del tanque, con el objetivo de reducir un 70% la incidencia de luz. Posteriormente se aplicaba tratamientos de desinfección como baños de agua dulce y la aplicación de oxitetraciclina durante siete días a una concentración de 100 ppm durante 30 minutos, procurando durante la aplicación no tener entrada de agua y manteniendo una aireación constante.

Luego de transcurridas 24 h desde el ingreso de los animales a las instalaciones se comenzó a incentivar el consumo de alimento fresco con tronchas de pescado, de la pesca pelágica de la zona (sardina, botellita, morenillo, entre otros), esta adaptación del alimento fue relativamente rápida entre dos a cinco días. De tal forma una vez que los animales mostraron un comportamiento alimenticio constante fueron transferidos a los tanques de maduración

Después de que los animales aceptaban el alimento, todos eran sedados con eugenol a una concentración de 25 ppm para ser marcados individualmente mediante etiquetas transpondedores pasivos Trovon ® ID-100A (Trovon, Douglas, UK), las cuales fueron implantados de forma intramuscular en el área dorsal del animal con un ángulo de 45°

Debido a que los animales no presentan dimorfismo sexual, la identificación del sexo se realizó mediante canulación. Para ello, se sedaban entre tres animales y el procedimiento se llevaba a cabo dentro del tanque de sedación. Inicialmente, se realizaba un masaje abdominal para verificar

la presencia de material espermático en machos maduros y descongestionar la zona antes de la canulación. Luego, se levantaba el área abdominal, manteniendo la zona opercular sumergida, y se insertaba una cánula a través del poro urogenital (gonoporo) de forma perpendicular hasta sentir resistencia. Posteriormente, se orientaba la cánula hacia los lados, succionando y raspando el contenido de las gónadas mientras se retiraba. La muestra obtenida se colocaba en una placa portaobjetos para su revisión microscópica. Mediante este proceso, se identificaron 18 machos y 14 hembras; a 19 individuos no se permitió la obtención de muestras de gametos, por lo que se clasificaron como indeterminados.

Previo al inicio de la fase del proyecto los organismos se encontraban en un sistema de flujo abierto ubicados en el laboratorio de maduración, donde se realizaron cuatro intentos de hormonización con HCG (Hormona coriónica humana de uso veterinario) en los meses de Marzo, Abril y Junio. La primera inducción se efectuó el 13 de marzo de 2025, aplicándose a ocho ejemplares de pargo lunarejo (tres hembras y cinco machos). Donde cuatro organismos presentaron exoftalmia al día siguiente y, transcurridas 24 horas después, siete individuos evidenciaron este signo clínico, tanto de forma unilateral como bilateral, acompañado de hinchazón.

La segunda inducción hormonal se llevó a cabo el 1 de abril de 2025 en dos dosis a las 09:00 y 15:00, aplicados a ocho pargos los cuales fueron transferidos a un tanque negro de 1 T junto con dos ejemplares no inducidos. En las hembras se aplicaron dosis fraccionadas 1000 UI/kg (30% y 70%) y en los machos una única dosis en la tarde 500 UI/kg.

La tercera inducción se realizó el 6 de abril de 2025 a las 16:00 sobre los mismos ocho ejemplares, aplicándose una única dosis vespertina y manteniendo las mismas concentraciones hormonales. Posteriormente, todos los organismos inducidos presentaron exoftalmia, mientras que los ejemplares no inducidos no manifestaron este signo clínico

La cuarta inducción hormonal se efectuó el 5 de junio de 2025 sobre siete pargos (tres hembras y cuatro machos), inyectándose a las hembras y a un macho, mientras que los machos restantes fueron canulados y transferidos a un tanque negro de 1 Ton. El 24 de junio se realizó un muestreo general que incluyó biometría, canulación, baños de agua dulce y limpieza del tanque integrándose posteriormente todos los organismos en el mismo tanque. Bajo estas condiciones de maduración e inducción hormonal no se registraron desoves, por lo que se procedió a modificar el sistema de manejo reproductivo, trasladando los reproductores a un sistema de recirculación (RAS).

La fase experimental se desarrolló con el tanque R3 el cual pertenecía a un sistema de recirculación para acuicultura (RAS). El sistema tenía un intercambiador de calor para mantener la temperatura entre 28 °C y 30 °C, un biofiltro con bacterias nitrificantes que ayudaban al proceso de nitrificación, un filtro UV, una bomba de succión y en los exteriores del sistema de recirculación había un reservorio para reponer el agua retirada.

Se trabajó con 51 ejemplares de pargo lunarejo (*Lutjanus guttatus*) del lote de reproductores de pargo 1 (RP1), los cuales se encontraban en un tanque rectangular ovalado negro de fibra de vidrio de 16 Toneladas, con un volumen operable de 12 Toneladas (tanque R3). Además, contaba con un tanque de 500 L rectangular de color azul ubicado a un lado del tanque principal y dentro de este, había una malla colectora de huevos de 500 micras destinada al almacenamiento y recolección de los desoves. A primeras horas de la mañana al tanque reproductor se realizaba registro y toma de parámetros ambientales (oxígeno disuelto, saturación, temperatura, pH, salinidad y luminosidad). Después los peces eran alimentados con aproximadamente del 5% al 8% de la biomasa total del tanque a base de una dieta de 50% pescado (sardina, botellita, morenillo, entre otros), 30% calamar y 20% camarón y suplementado con un premix que contenía un 70% de FARMAVIT ® (vitaminas, aminoácidos y betaglucanos – Farmavet ®, Guayaquil, Ecuador) y 30% de astaxantina (CAROPHYLL ®, Prilabsa, Guayaquil,

Ecuador) durante la temporada reproductiva. El horario de alimentación era en la mañana de lunes a viernes, con la adición de una cápsula por animal los días lunes, miércoles y viernes, los días sábado y domingo no se realizaba alimentación. A horas de la tarde, aproximadamente a las 14:00 se realizaba sifón para retirar desechos producidos de la alimentación, suciedad y alimento no consumido.

2.2. Detección de desoves

En horas de la tarde, entre las 17:00 y 19:00, cuando se identificaba la posible ocurrencia de un desove, se observaba la presencia de espuma densa asociada al comportamiento precopulatorio. Luego, se realizaban revisiones nocturnas entre las 23:00 y 02:00, con intervalos de 30 minutos, durante los cuales se efectuaban arrastres con una malla de 100 micras en la malla colectora para la verificación de la presencia de huevos. Una vez confirmado el desove, se procedía al registro de los parámetros ambientales (temperatura, salinidad, oxígeno, saturación, pH y luminosidad).

2.3. Recolección e incubación del desove

La recolección se realizaba en la mañana entre las 06:00 y 08:00 del día siguiente o en algunos casos el mismo día del desove (en caso de que el desove ocurriera pasada la medianoche). Se realizaba toma de parámetros ambientales del tanque reproductor (temperatura, salinidad, oxígeno, saturación, pH y luminosidad) y con una malla de 100 micras se toma una muestra de la malla colectora para evaluar el porcentaje de fertilización.

La fertilización se estimaba con la siguiente ecuación:

$$\text{Porcentaje de fertilización} = \frac{\text{Número de huevos fertilizados}}{\text{Número total de huevos observados}} \times 100\% \quad (2.1)$$

Después se alzaba la malla colectora manteniendo siempre una parte sumergida y se enjuagaban las paredes con agua del mismo tanque de recolección utilizando una jarra plástica de 1L, con el objetivo de concentra los huevos en un solo punto. El desove recolectado se transfería a una probeta de vidrio de 1000 ml, de la cual se tomaba una muestra en un vaso plástico pequeño. Luego se tomaba una única submuestra de aproximadamente 20 huevos para medir el diámetro del huevo y de la gota lipídica. A continuación, el contenido de la probeta se dejaba reposar durante 10 minutos permitiendo la separación entres huevos flotantes y huevos decantados, registrándose el volumen (ml) correspondiente a cada fracción.

Para el conteo de huevos se tomaba una segunda muestra, después de dejar transcurrir otros 10 minutos. Luego, se tomaba una submuestra con una probeta plástica y se colocaba en tubos eppendorf de 2 ml y con una jeringa se retiraba todo el volumen del agua presente hasta obtener 0,5 ml solo de huevos. Después se llenaba con agua limpia los tubos y con la probeta plástica se tomaba todo el contenido para pasarlo a una malla de 100 micras y realizar el conteo o a placas Petri para realizar el conteo en un medidor de perfiles Mitutoyo o en el estereomicroscopio. O se homogenizaba la probeta de vidrio y se tomaba 3 alícuotas y se vaciaba todo su contenido en mallas de 100 micras para realizar el conteo de huevos. Después del conteo de huevos se obtenía el porcentaje de flotabilidad.

La flotabilidad se estimó con la siguiente ecuación:

$$\text{Porcentaje de flotabilidad} = \frac{\text{Número de huevos flotantes}}{\text{Número de huevos totales}} \times 100\% \quad (2.2)$$

Luego se realizaba sifón del fondo de la probeta para retirar materia orgánica, huevos decantados (no viables) y suciedad presente. Se sembraba los huevos flotantes (potencialmente viables) en incubadores negros cónicos de 500L preparados desde el día anterior con un recambio del 200 % al 300 % con agua de mar filtrada y pasada por UV, aireación moderada y calentadores

en caso de ser necesario, para mantener una temperatura similar a la del tanque reproductor con una variación de $\pm 1^{\circ}\text{C}$

2.4. Desarrollo embrionario

Se realizó el seguimiento y registro del desarrollo embrionario de cuatro desoves durante la fase experimental del proyecto. Una vez detectado el desove se tomaba una muestra con una malla de 100 micras y se colocaba en una jarra de 1L con una cama de agua para el transporte hacia el laboratorio de microscopia y realizar la toma y observación del desarrollo embrionario del huevo utilizando un microscopio óptico OLYMPIUS CX31 conectado a una cámara Lanoptik y con el programa iWorks versión 2.0 se realizaba la observación y toma de fotos del desarrollo embrionario. Este procedimiento se realizaba cada 30 minutos durante las primeras dos horas desde la detección del desove y una vez observada la formación del embrión se realizaba la observación cada hora, y a partir de los primeros movimientos del embrión dentro del huevo, se realizaba la observación cada 15 minutos hasta la eclosión. Después se registraba los parámetros ambientales de eclosión (temperatura, salinidad, oxígeno, saturación, pH y luminosidad).

2.5. Cuento de larvas y porcentaje de eclosión

La eclosión ocurría el mismo día del desove dependiendo de la temperatura de incubación. Con temperaturas entre 28°C y 30°C la eclosión empezaba entre las 16:00 y 18:00, mientras que con temperaturas entre 24°C y 26°C la eclosión tenía lugar entre las 19:00 y 21:00. Para el conteo de larvas se retiraba la aireación y la entrada de agua durante 10 minutos, para que las larvas suban a la superficie y poder realizar un sifón de larvas muertas, coriones vacíos y suciedad del fondo. Luego se utilizaba un tubo PVC graduado y una probeta plástica para la toma de tres submuestras de diferentes puntos del tanque de incubación, cada submuestra se colocaba en la probeta plástica graduada para registrar el volumen presente. Después se procedía a pasar todo el contenido de

cada submuestra en una malla de 100 micras procurando dejar una pequeña capa de agua de mar para posteriormente teñir y anestesiar las larvas con lugol para facilitar el conteo. Luego con una pipeta plástica se retiraba el contenido de la malla para el registrar el número de larvas de cada submuestra y contabilizar.

El número de larvas eclosionadas se estimó con la siguiente ecuación:

$$\text{Larvas eclosionadas} = \frac{\text{Volumen de tanque de siembra} \times \sum \text{larvas de cada submuestra}}{\sum \text{Volumen de cada submuestra}} \quad (2.3)$$

Obteniendo el dato de larvas eclosionadas permitía obtener el porcentaje de eclosión del desove.

El porcentaje de eclosión se estimó con la siguiente ecuación:

$$\text{Porcentaje de eclosión} = \frac{\text{Números de larvas eclosionadas}}{\text{Números de huevos flotantes}} \times 100\% \quad (2.4)$$

2.6. Análisis estadísticos

Se aplicó estadística para determinar el promedio de huevos totales, huevos flotantes y huevos decantados por desove, así como para estimar el porcentaje de eclosión y fertilización. Además, se realizó un análisis descriptivo del rendimiento reproductivo a partir de los desoves registrados durante el estudio.

Capítulo 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.1. Protocolo de acondicionamiento

3.1.1. Manejo y captura de reproductores

El proceso de conformación del lote de reproductores de Pargo lunarejo mostró que la captura de ejemplares dentro del rango de talla de 29 a 35 cm permitió obtener organismos con una adecuada respuesta a las fases posteriores de acondicionamiento. Los organismos capturados presentaron una buena adaptación al cautiverio, siendo tolerantes al transporte y la manipulación.

El aislamiento inicial en tanques de cuarentena, con incidencia lumínica baja, favoreció la estabilización fisiológica de los reproductores durante los primeros días posteriores a la captura. Bajo estas condiciones, la aplicación de tratamientos profilácticos permitió mantener la condición sanitaria de los organismos durante esta fase. Estos resultados indican que la cuarentena controlada constituye un paso determinante para reducir el estrés y prevenir problemas sanitarios en ejemplares silvestres.

La adaptación al consumo de alimento fresco de la zona pelágica se produjo de manera rápida entre el día 2 y día 5, observándose un comportamiento alimenticio constante luego de 5 días en promedio. Este resultado permitió definir la aceptación sostenida del alimento como criterio para la transferencia de los organismos a los tanques de maduración. La utilización de especies pelágicas locales como base de la dieta resultó efectiva para estimular la ingesta y mantener la condición de los organismos.

Los intentos de inducción hormonal realizados bajo un sistema de flujo abierto no generaron desoves. Adicionalmente, se observaron signos clínicos adversos en los organismos inducidos. La ausencia de desoves bajo estas condiciones llevó a reajustar el protocolo reproductivo, descartando la inducción hormonal y modificando el sistema de cultivo.

La implementación de un sistema de recirculación (RAS) representó un cambio decisivo en el manejo de los reproductores. En este sistema se logró un mayor control de las variables ambientales, particularmente de la temperatura, mantenida en un rango de 28 a 29 °C. Bajo estas condiciones, los reproductores mostraron una mejor estabilidad fisiológica y un comportamiento reproductivo más estable.

En el sistema RAS, el régimen de alimentación y el manejo diario del tanque contribuyeron a mantener la calidad del agua y la condición reproductiva de los organismos. Como resultado, se registraron 28 desoves exitosos, identificándose que los mejores resultados en términos de temperatura ocurrían entre 28 y 29 °C, obteniendo 3'969.120 huevos totales y 3'333.500 huevos

flotantes, lo que permitió establecer esta temperatura como la más eficiente dentro del protocolo de manejo reproductivo.

3.1.2. Detección de desove

El monitoreo del comportamiento reproductivo permitió identificar patrones claros asociados a la ocurrencia de los desoves. Durante las observaciones realizadas en horas de la tarde, se registró que la presencia de espuma densa en la superficie del agua constituyó un indicador clave del inicio del comportamiento reproductivo. Este signo fue observado con mayor frecuencia entre las 17:00 y 19:00 h.

Los mejores resultados en términos de detección de desoves se registraron entre las 00:00 y 01:00 h, momento en el cual se confirmó de forma consistente la presencia de huevos en la malla colectora.

Bajo este esquema, la confirmación del desove se asoció a condiciones ambientales relativamente estables, registrándose valores promedio de temperatura: 28.5 °C, salinidad: 34, oxígeno disuelto: 5.30 mg/L, pH: 7.6 y luminosidad: 0 lux. Estos resultados permitieron establecer que la combinación entre la observación temprana de indicadores superficiales y la verificación nocturna constituye una estrategia efectiva para la detección de desoves.

3.1.3. Recolección e incubación del desove

Los desoves se recolectaron principalmente entre las 01:00 y 02:00 h, mostrando que este horario presentó los mejores resultados en términos de recolección de huevos.

El porcentaje promedio de fertilización registrado fue variable según el desove, destacando los más altos: 100% en los desoves 15 y 17, 97,7% en el desove 23, y 95-97% en los desoves 12, 14, 16, 28. La flotabilidad promedio de los huevos alcanzó hasta 94% (desove 8), indicando una alta viabilidad para la incubación.

Los huevos flotantes se incubaron en tanques preparados con recambio de agua de 200% a 300%, aireación moderada y temperatura controlada, manteniendo ± 1 °C respecto al tanque reproductor, consolidando este manejo como el más eficiente dentro del protocolo de incubación.

3.1.4. Desarrollo embrionario y eclosión

La eclosión de las larvas se registró el mismo día del desove, presentando variaciones según la temperatura de incubación. Con temperaturas entre 28 y 30 °C, la eclosión se produjo entre las

16:00 y 18:00 h, mientras que con temperaturas entre 24 y 26 °C se observó entre las 19:00 y 21:00 h.

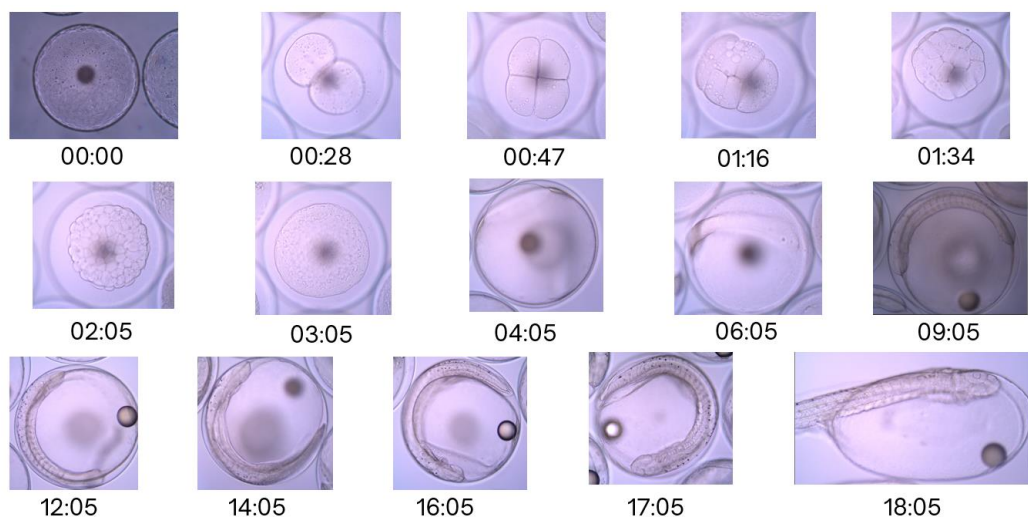
El número de larvas eclosionadas por desove fue variable, registrándose desde 17.567 hasta 289.333 larvas, y el porcentaje de eclosión alcanzó hasta 91,66% (desove 18), confirmando que las condiciones de incubación y manejo favorecieron una alta eficiencia en la eclosión de los huevos flotantes.

El seguimiento permitió identificar los rangos de temperatura óptimos y el manejo más eficiente para maximizar la producción de larvas viables, consolidando esta fase como un componente clave del protocolo reproductivo.

Se observa la secuencia del desarrollo embrionario del Pargo lunarejo desde su fecundación hasta la eclosión. Donde, los huevos fertilizados presentan una forma esférica, pelágicos, transparentes y con una gota lipídica. Luego, se observan las primeras divisiones celulares (2,4 y 8), correspondientes a la etapa de segmentación. A medida que avanza el desarrollo, se distingue la formación de la mórula y luego de la blástula. En etapas posteriores el embrión se alarga y ocupa gran parte del espacio y tras completar su desarrollo, eclosiona, liberando una larva con saco vitelino. (Figura 1)

Figura 1

Desarrollo embrionario del Pargo lunarejo (Lutjanus guttatus) desde la fecundación hasta la eclosión.



3.1.5. Producción total de huevos y número huevos flotantes

Se aplicó un análisis calculando la media de la producción total de huevos y en el número de huevos flotantes de acuerdo a los rangos de temperatura. Este análisis permite reconocer

patrones generales y contrastar los valores registrados entre los diferentes intervalos de temperatura.

Tabla 1

*Producción de huevos totales y huevos flotantes del *Lutjanus guttatus* bajo diferentes rangos de temperatura de desove*

Temperatura ° C	Huevos Totales	Huevos flotantes
30 – 31	3'838.578	2'696.225
28 – 29	3'969.120	3'333.500
26 – 27	3'321.320	2'644.900

Los 28 eventos de desove registrados entre el 02 de septiembre y el 25 de noviembre fueron analizados, mostrando que el rango de temperatura de desove 28 – 29 °C presentó el mayor número de huevos totales y huevos flotantes, sugiriendo que estas condiciones de temperatura resultan idóneas para la producción y la viabilidad de los huevos. Mientras que temperatura en el rango de 26 – 27 °C se observa los valores más bajos tanto en huevos totales como huevos flotantes, demostrando una menor producción. En cambio, temperaturas en el intervalo de 30 – 31 °C mostró resultados intermedios, lo que indicaría un efecto térmico menos favorable sobre la calidad del desove.

3.1.6. Calidad de huevos

Con el objetivo de evaluar la calidad de los huevos obtenidos durante la fase experimental se aplicó un análisis determinando el diámetro promedio del huevo y de la gota lipídica, con su respectiva desviación estándar (SD) y coeficiente de variación (CV), con el objetivo de evaluar la calidad, homogeneidad y estabilidad de los desoves producidos en condiciones de cautiverio.

Tabla 2

*Media $\pm$ desviación estándar del diámetro del huevo y de la gota lipídica del *Lutjanus guttatus* en los desoves registrados del 02 de septiembre al 25 de noviembre del 2025*

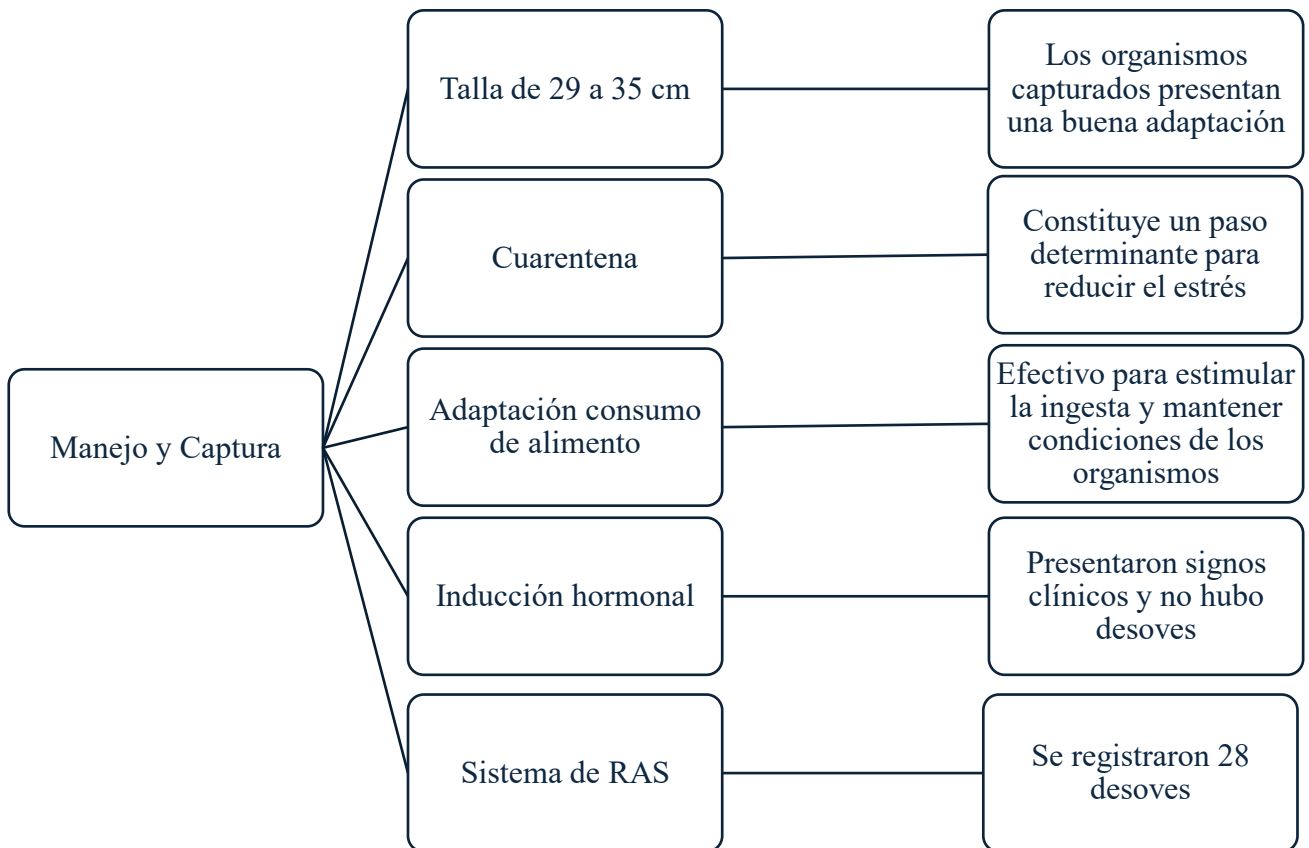
Número de desoves	Fecha	Promedio	CV (%)	Promedio
		diámetro del huevo(mm) $\pm$ SD		diámetro de la gota lipídica (mm) $\pm$ SD
28	02/09/2025	0.75 $\pm$ 0.02	2.62 %	0.15 $\pm$ 0.03
	25/11/2025			

El diámetro del huevo fue de 0.75 ± 0.02 mm, con un coeficiente de variación de 2.62%, demostrando que existe una baja dispersión de los datos y una alta homogeneidad en los desoves analizados. El valor bajo del CV indica que el diámetro del huevo se mantuvo constante a lo largo de la parte experimental del proyecto, reflejando un acondicionamiento adecuado de reproductores en condiciones de cautiverio. De la misma manera el promedio del diámetro de la gota lipídica fue de 0.15 ± 0.03 mm, en conjunto estos resultados evidencian una adecuada calidad de los huevos producidos, respaldando el manejo reproductivo en el acondicionamiento del Pargo lunarejo.

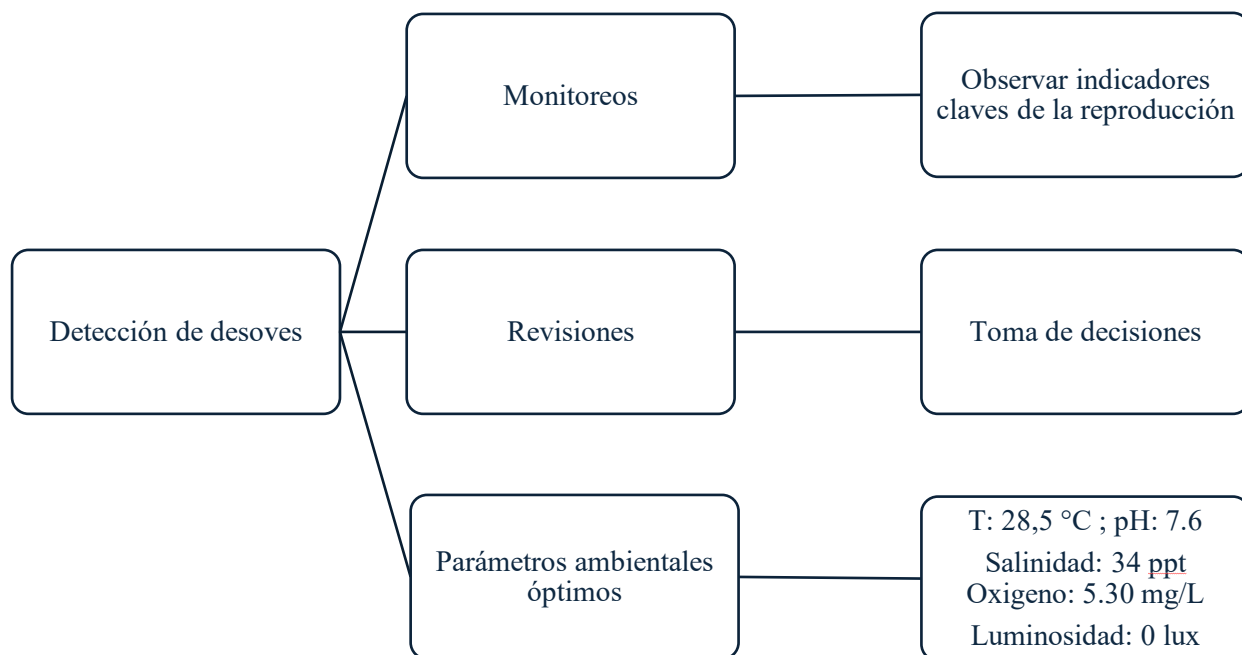
3.2. Esquema de protocolo

El esquema del protocolo estructuro de manera secuencial el manejo de acondicionamiento de los ejemplares, desde la captura de reproductores silvestres hasta la obtención de desoves viables. La correcta aplicación de cada fase, permitió un control eficiente de las variables ambientales y de reproducción. La estandarización de estos procedimientos facilitó la obtención constante de desoves.

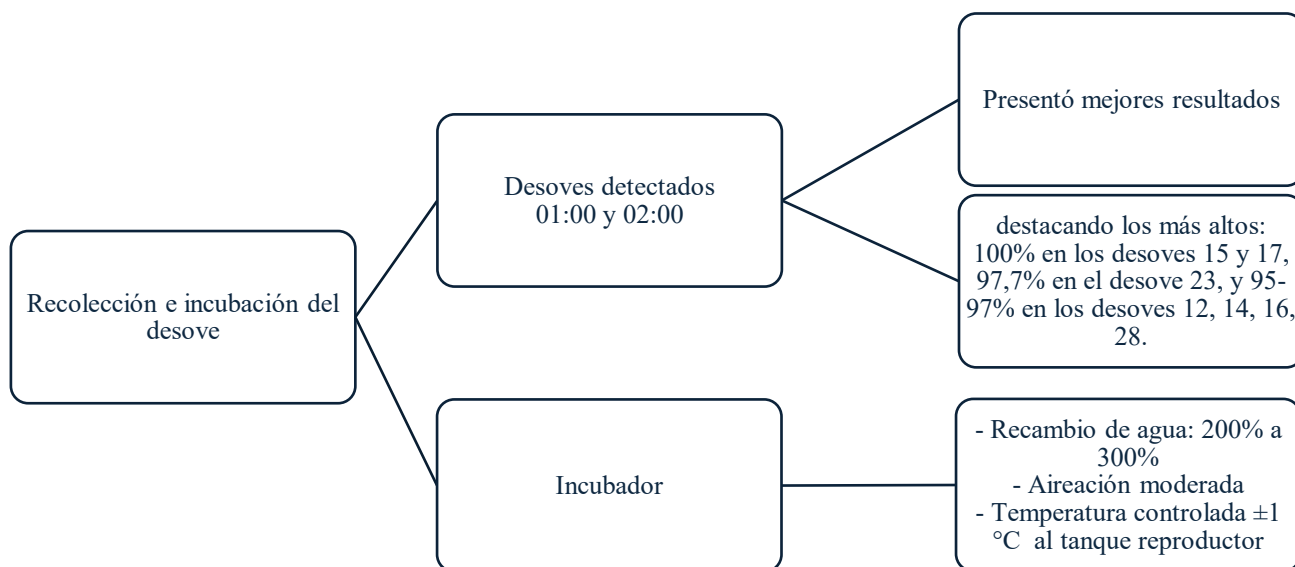
3.2.1. Manejo y captura de reproductores silvestres



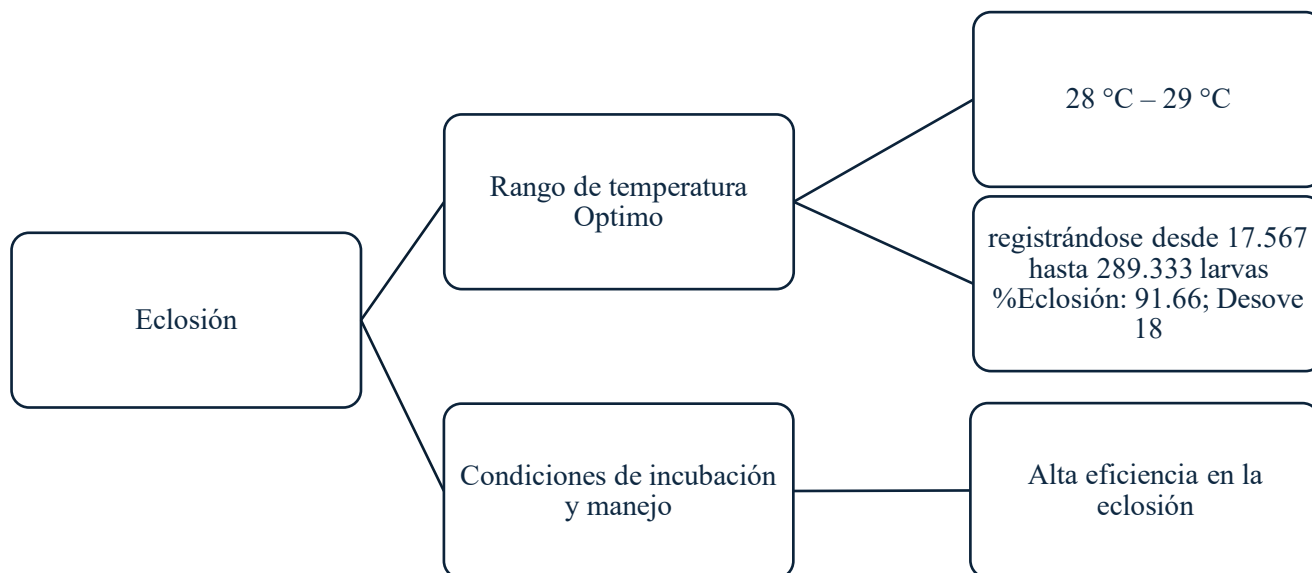
3.2.2. Detección de desoves



3.2.3. Recolección e incubación de desoves



3.2.4. *Eclosión*



3.2.5. *presupuesto*

Para producir 100000 juveniles de Pargo en un ciclo de 4 meses se requiere un tanque de fibra de vidrio de 16 Ton, tres incubadores cónicos de 500L, sistema de RAS completo (Intercambiador de calor, biofiltro, filtro UV, bomba), dos tanques de 500 L, sistema de aireación y sopladores, medidor multiparámetros, microscopio óptico Olympus CX31, cámara digital, mallas colectoras y materiales de laboratorio, dando una inversión en materiales y equipos de \$34.900. En costos de operación tenemos la captura y transporte de reproductores el uso de oxitetraciclina, eugenol, microchips, alimentación de reproductores (pescado, calamar y camarón), más suplementación con Farmavit y Carophyll, dando un valor de \$7.500, por ello el costo de producción es de \$42.400.

Si comercializamos a \$1 cada juvenil, en 100000 juveniles generamos \$100.000, dejándonos una utilidad de \$57.600 por cada ciclo productivo en venta de juveniles. Demostrando que un solo desove puede convertirse en una oportunidad económica altamente rentable.

Capítulo 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El trabajo representa un avance del protocolo de acondicionamiento del Pargo lunarejo (*Lutjanus guttatus*) en condiciones de cautiverio, demostrando su viabilidad técnica para la producción constante de desoves. La eliminación de la inducción hormonal y la implementación de un sistema de recirculación acuícola (RAS) permitió un control eficiente de las variables ambientales, en especial la temperatura, ayudando a la estabilidad fisiológica y un comportamiento reproductivo más estable en los reproductores.

Bajo estas condiciones controladas (28-29 °C), se lograron 28 desoves exitosos, con un total de 3.969.120 huevos y 3.333.500 huevos flotantes, evidenciando que este rango de temperatura es el más eficiente para la producción y viabilidad de los huevos. Asimismo, la adecuada selección y manejo de reproductores silvestres dentro del rango de talla de 29 a 35 cm contribuyó significativamente a la adaptación al cautiverio y al éxito del proceso de maduración gonadal.

4.1. Conclusiones

Después de finalizar la aplicación de la fase experimental y el análisis de los resultados obtenidos durante el acondicionamiento reproductivo del Pargo lunarejo (*Lutjanus guttatus*) en condiciones de cautiverio, se establecieron las siguientes conclusiones que corresponden directamente a los objetivos planteados en el estudio

- Se determinó un protocolo de acondicionamiento reproductivo del Pargo lunarejo (*Lutjanus guttatus*) bajo condiciones de cautiverio en el CENAIM alcanzando 28 desoves exitosos sin inducción hormonal. La implementación del sistema de RAS, el manejo de alimentación y el control de calidad de agua permitió obtener altos volúmenes de huevos totales y flotantes, elevada fertilización y porcentajes de eclosión de hasta 91,66%, confirmando la viabilidad técnica del protocolo

- El lote de reproductores reproductivamente acondicionados conformados por ejemplares de 29 a 35 cm, mostraron adecuada adaptación al cautiverio. La fase de cuarentena con baja incidencia lumínica y tratamientos profilácticos, permitió reducir el estrés post captura y mantener la condición sanitaria de los organismos. La adaptación al consumo de alimento fresco pelágico local, aseguró la estabilidad fisiológica del lote reproductor.
- La temperatura fue la variable ambiental más determinante en el desempeño reproductivo. El rango de 28–29 °C optimizó la producción, alcanzando 3'969.120 huevos totales y 3'333.500 flotantes, mientras que valores superiores a 30 °C afectaron negativamente la calidad del desove.
- El protocolo de manejo desarrollado permitió estandarizar la detección, recolección e incubación de huevos. Los indicadores conductuales facilitaron la recolección y la estabilidad en el diámetro del huevo (0.75 ± 0.02 mm) y de la gota lipídica (0.15 ± 0.03 mm), evidenció una adecuada maduración gonadal y calidad reproductiva.

4.2. Recomendaciones

Tras la culminación de este proyecto, que ha permitido establecer un protocolo de acondicionamiento reproductivo para el Pargo lunarejo (*Lutjanus guttatus*) en cautiverio, se desprenden varias recomendaciones primordiales destinadas a ampliar el conocimiento y la aplicabilidad de los hallazgos.

- Se recomienda desarrollar un protocolo para la etapa de larvicultura del Pargo lunarejo (*Lutjanus guttatus*), que abarque desde la eclosión hasta la fase de pre-engorde. Este protocolo debería considerar el manejo alimenticio el control de la calidad del agua, la densidad de cultivo y los criterios de supervivencia y

crecimiento, con el fin de asegurar una transición eficiente hacia etapas posteriores del cultivo

- Se recomienda desarrollar para futuros proyectos protocolos de pre-engorde orientados a inducir una mayor tolerancia de las postlarvas a ambientes variables. Una vez superada la etapa crítica de destete, resulta necesario incorporar un período de pre-engorde en sistemas que simulen parcialmente las condiciones operativas de las camaroneras, como estanques o tanques con un menor control de los parámetros ambientales

Referencias

5. REFERENCIAS

- Abdo de la Parra, M. I., Rodríguez-Ibarra, L. E., Rodríguez-Montes de Oca, G., Velasco Blanco, G., & Ibarra-Casto, L. (2017). *State of art for larval rearing of spotted rose snapper (Lutjanus guttatus)*. Latin American Journal of Aquatic Research.
- Acuacultura, C. N. (25 de Agosto de 2025). *Camarón – Reporte de Exportaciones Ecuatorianas Totales*. Obtenido de <https://www.cna-ecuador.com/estadisticas/>
- Álvarez-González, C. A., Ramírez Martínez, C., Martínez-García, R., J. Darías, M., Vissio, P., Peña-Marín, E. S., . . . Gisbert, E. (2022). *Carta Acuícola Iberoamericana*. México.
- Arellano-Martínez, M., Rojas-Herrera, A., García-Domínguez, F., Ceballos-Vázquez, B. P., & Villalejo-Fuerte, M. (2001). *Reproductive cycle of the spotted rose snapper Lutjanus guttatus (Steindachner, 1869) in the Guerrero coast, Mexico*. Revista de Biología Marina y Oceanografía.
- Banguera Gil, E. A., & Angulo Sinisterra, J. A. (2010). Growth in cages of spotted rose snapper *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869), with two kinds of diet, in Bahía Malaga, Buenaventura, Colombia. *Entramado*.
- Cañedo-Orihuela, H., González-Félix, M., & Perez-Velazquez, M. (2023). *Maturation, reproduction, and larval culture of pomacentrids for the ornamental fish trade: successes and challenges*. Reviews in Fish Biology and Fisheries.

- Castro, L. I. (2008). *EFFECTO DE VARIABLES EXOGENAS Y ENDOGENAS SOBRE LA MADURACIÓN SEXUAL, DESOVE Y PRODUCCIÓN DE LARVAS EN PARGO LUNAREJO *Lutjanus uttatus* (Steindachner, 1869).*
- Chacón-Guzmán, J., Carvajal-Oses, M., & Herrera-Ulloa, Á. (2020). *Optimización del cultivo larvario para la producción de juveniles del pargo manchado *Lutjanus guttatus* en Costa Rica.* Uniciencia.
- Chacón-Guzmán, J., Jiménez-Montealegre, R., Duncan, N., Calvo-Elizondo, E., Valverde-Chavarría, S., Pérez-Molina, J. P., . . . Gisbert, E. (2025). *Growth, Physiological Response, and Gill Health of Spotted Rose Snapper (*Lutjanus guttatus*) Reared at Different Salinities.*
- Dimarchopoulou, D., Wibisono, E., Saúl, S., Carvalho, P., Nugraha, A., J.Mous, P., & T. Humphries, A. (2023). *Combining catch-based indicators suggests overexploitation and poor status of Indonesia's deep demersal fish stocks.* Fisheries Research.
- Espinosa Carreón, T. L., Hurtado Oliva, M. Á., Medina-Godoy, S., Norzagarary Campos, M., Llanes Cárdenas, O., Sotelo González, M. I., . . . Valdez-Morales, M. (2023). *Aspectos Biológicos Para La Maricultura De Lutjánidos.*
- F. Burbano, M., A. Torres, G., J. Prieto, M., H. Gamboa, J., & A. Chapman, F. (2019). Increased survival of larval spotted rose snapper *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869) when fed with the copepod *Cyclopina* sp. and *Artemia* nauplii. *Aquaculture*.
- INEC. (s.f.). *Ficha técnica de acuicultura*. Obtenido de Sistema Integrado de Consulta de Clasificaciones y Nomenclaturas: https://aplicaciones2.ecuadorencifras.gob.ec/SIN/co_acuicultura.php?id=04120.01.21#
- IPIAP. (2021). *Desembarques de pesca artesanal de peces demersales provincia de esmeraldas (Bocana de lagarto, Rocafuerte, Esmeraldas, Punta galera y Musine).* Ecuador.
- IPIAP. (s.f.). *Especies capturadas como pesca acompañante por la flota merlucera artesanal e industrial Pargo lunarejo (*Lutjanus guttatus*).* Ecuador.
- IPIAP. (s.f.). *Especies capturadas como pesca acompañante por la flota merlucera artesanal e industrial Pargo lunarejo (*Lutjanus guttatus*).* Ecuador.
- John W. Tucker, J. P. (1998). *MARINE FISH CULTURE*. Obtenido de Google Books: https://books.google.lk/books?id=tMb4BwAAQBAJ&pg=PA20&hl=es&source=gb_s_selected_pages&cad=1#v=onepage&q&f=false

- López-Alvarado, J. (2016). *Desarrollo De Indicadores De Sostenibilidad Para La Maricultura Del Ecuador*. Revista Internacional de Investigación y Docencia.
- Mougin, J., & Joyce, A. (2022). *Fish disease prevention via microbial dysbiosis-associated biomarkers in aquaculture*. Reviews in Aquaculture.
- Nelloolichalil, J. (10 de Septiembre de 2024). *International Aqua Feed*. Obtenido de Aquaculture in Ecuador: An Overview: <https://www.aquafeed.co.uk/aquaculture-in-ecuador-an-overview/>
- Pérez-Atehortúa, M., J. Hernández, A., Risopatrón, J., Farias, J., Figueroa Villalobos, E., & Valdebenito, I. (2023). *Effect of diet composition on maturation rate of female Atlantic salmon (Salmo salar) during gonadal maturation*. Aquaculture.
- Torrentera Blanco, L., & J. Tacon, A. G. (s.f.). *La Producción De Alimento Vivo y su Importancia en Acuicultura una Diagnosis*. Obtenido de FAO-ITALIA: <https://www.fao.org/4/ab473s/ab473s00.htm#int>
- Vélez-Arellano, N., Hernández-Padilla, J. C., García-Domínguez, F., Colunga-Reyes, P., Capetillo-Piñar, N., Ortiz-Aldana, J. R., . . . Velázquez-Abunader, I. (2024). Reproductive season and first maturity size of the spotted rose snapper *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869) in the Pacific of Guatemala: A baseline for fishery management. *Latin American Journal of Aquatic Research*.
- Ye, H. J., Robledo, D., Hickey, J., McGrew, M., & Houston, R. (2021). *Surrogate broodstock to enhance biotechnology research and applications in aquaculture*. Biotechnology Advances.