



# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

## **Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar**

Diseño de un protocolo para el transporte de huevos de Huayaipe  
(*Seriola rivoliana*) en su fase de pre-eclosión.

### **PROYECTO INTEGRADOR**

Previo la obtención del Título de:

**Ingeniero en Acuicultura**

**Presentado por:**

Steeven Santiago Ramos Correa  
Bryan Carlos Aguilar Aguilar

**GUAYAQUIL - ECUADOR**

**Año: 2022**



# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

## **Maritime Engineering and Sea Science Collage**

Design of a protocol to transport Huayaipé's (*Seriola rivoliana*) eggs in their pre-hatching phase.

### **CAPSTONE COURSE**

A project submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of:

### **Aquaculture Engineer**

**By:**

Steeven Santiago Ramos Correa  
Bryan Carlos Aguilar Aguilar

**GUAYAQUIL - ECUADOR**

**Año: 2022**

## DEDICATORIA

El presente proyecto va dedicado a mis padres principalmente por ser el pilar fundamental en mis estudios, a mis hermanos que siempre me han apoyado.

Bryan

# DEDICATORIA

El presente proyecto va dedicado en primer lugar a Dios quien me iluminó y me guio en cada momento que lo necesitaba para poder culminar cada etapa.

A mis padres quienes me apoyaron todo el tiempo, a mis hermanos, a mis tíos Jovita Correa y Carlos Rodríguez quienes estuvieron presentes en cada una de mis etapas universitarias.

A mis abuelit@s por sus consejos y bendiciones, a los que me acompañan desde el cielo y a toda mi familia que de alguna manera me hizo llegar su cariño y apoyo siempre.

Steeven

## **AGRADECIMIENTOS**

Mi más sincero agradecimiento a mi tutor Wilfrido Arguello por su guía y apoyo constante, a mi hermana Maribel Aguilar por que sin su madurez a tan corta edad no hubiera dejado mi zona de confort para estudiar a distancia. Familia y amigos que han comprendido el esfuerzo para lograr todo esto.

Bryan

# AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a mi tutor Wilfrido Arguello, quien me permitió participar en este proyecto y estuvo en cada momento impartiendo sus ideas y conocimientos para lograr alcanzar el objetivo.

Agradezco a mis compañeros que estuvieron conmigo desde el prepolitécnico Diego Armijos, Julio Insuasti, Luis Vera con quienes compartí anécdotas e ideas de trabajo, además a Emily Beltrán, Ivette Chiquito, quienes me ayudaron con su disponibilidad de su tiempo en las experimentaciones durante el desarrollo de la tesis de grado. A mis profesores por cada una de sus enseñanzas.

Steeven

## DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Bryan Carlos Aguilar Aguilar, Steeven Santiago Ramos Correa* y damos nuestro consentimiento para que la ESPOI realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”



Bryan Carlos Aguilar  
Aguilar



Steeven Santiago  
Ramos Correa

## RESUMEN

La demanda de alimento mundial ha generado un aumento del consumo de pescado comestible, lo que muestra que diversificar la producción acuícola es una posible solución para satisfacer las necesidades alimenticias en Ecuador y el mundo. Para esto trabajar con especies de alto potencial comercial como el huayaípe (*Seriola rivoliana*) resulta eficaz y se estimula la producción de dicha especie en cautiverio.

En base a un metaanálisis sobre el transporte de huevos de peces marinos se detectó que el principal cuello de botella para la producción de peces marinos es la obtención de huevos. Por lo que, establecer un protocolo para el transporte de huevos incrementará el cultivo de estos.

Durante la experimentación se determinó la mejor densidad, temperatura, salinidad y saturación de oxígeno para el transporte de huevos de huayaípe. Además, debido a la alta densidad se realizaron pruebas de desinfección para evitar la presencia de bacterias, hongos o parásitos y se estableció un tratamiento con glutaraldehído. Dando como mejores resultados con mayor supervivencia a una densidad de 5000 huevos/Litro, 24 °C, 35 ppt y al 100% de saturación de oxígeno en el agua con doble llenado. De igual manera, se realizó la validación del protocolo con incubación directa e incubación con simulación de transporte de lo cual no se observó diferencias significativas en supervivencia y eclosión. Dicho protocolo puede implementarse para otras especies de peces.

**Palabras Clave:** Diversificación, Huayaípe, Densidad, Temperatura, Salinidad

## **ABSTRACT**

*The global food demand has generated an increase in the consumption of edible fish, which shows that diversifying aquaculture production is a possible solution to meet the food needs in Ecuador and the world. For this, working with species with high commercial potential such as the Huayaípe (*Seriola rivoliana*) is effective and the production of said species in captivity is stimulated.*

*Based on a meta-analysis on the transport of marine fish eggs, it is detected that the main bottleneck to produce marine fish is obtaining eggs. Therefore, establishing a protocol for the transport of eggs will increase the cultivation of these.*

*During the experimentation, the best density, temperature, salinity, and oxygen saturation for the transport of Huayaípe eggs will be reduced. In addition, due to the high density, elimination tests were carried out to avoid the presence of bacteria, fungi or parasites and a treatment with glutaraldehyde was confirmed. Giving better results with higher survival at a density of 5000 eggs/Liter, 24 °C, 35 ppt and 100% oxygen saturation in the water with double filling. In the same way, the validation of the protocol with direct incubation and incubation with transport simulation was carried out, of which no significant differences in survival and hatching were found. Such a protocol can be implemented for other fish species.*

*Keywords: Diversification, Huayaípe, Density, Temperature, Salinity.*

# ÍNDICE GENERAL

## Contenido

EVALUADORES .....	¡Error! Marcador no definido.
RESUMEN .....	I
ABSTRACT .....	II
ÍNDICE GENERAL .....	III
ABREVIATURAS .....	VI
SIMBOLOGÍA .....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS .....	IX
ÍNDICE DE ANEXOS .....	XI
CAPÍTULO 1 .....	1
1. Introducción .....	1
1.1 Descripción del problema .....	2
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 .....	4
1.4.1 Huayaipe ( <i>Seriola rivoliana</i> ) .....	4
1.4.2 Comercio.....	7
1.4.3 Transporte de peces .....	7
1.4.4 Parámetros ambientales para el cultivo de Huayaipe .....	8
CAPÍTULO 2.....	10
2. Metodología .....	10

2.1	Metaanálisis.....	10
2.2	Métodos tradicionales.....	10
2.2.1	Uso de Tanques con oxígeno .....	11
2.2.2	Uso de fundas plásticas .....	11
2.2.3	Uso de transporte con contenedores “Tanqueros” .....	12
2.3	Propuesta de valor.....	12
2.3.1	Fase exploratoria.....	12
2.3.2	Prueba 1: Densidad.....	13
2.3.3	Prueba 2: Inyección de oxígeno .....	13
2.3.4	Prueba 3: Temperatura .....	14
2.3.5	Prueba 4: Salinidad.....	15
2.3.6	Desinfección.....	15
2.4	Cuadro comparativo para elección: .....	16
2.4.1	Validación de protocolo sin transporte versus luego de transportación..	16
2.4.2	Análisis estadísticos.....	17
CAPÍTULO 3.....		18
3.	Resultados Y ANÁLISIS.....	18
3.1	Resultados Generales .....	20
3.1.1	Prueba 1: Densidad.....	20
3.1.2	Prueba 2: Inyección de oxígeno .....	21
3.1.3	Prueba 3 Temperatura .....	24
3.1.4	Prueba 4 Salinidad.....	25
3.2	Desinfección .....	27
3.3	Validación .....	28
3.4	Costos.....	29
CAPÍTULO 4.....		31

4.	Conclusiones Y Recomendaciones.....	31
4.1	Conclusiones .....	31
4.2	Recomendaciones .....	31
	BIBLIOGRAFÍA.....	33
5.	Bibliografía .....	33
	Arias, A. M. (1984). Los esteros de las salinas de San Fernando (Cádiz, España) y el cultivo extensivo de peces marinos. Paris: INRA. Laquaculture du Bar et des Sparidés. Institut National de la Recherche Agronomique.....	33
	APÉNDICES .....	35

# **ABREVIATURAS**

ESPOL: Escuela Superior Politécnica del Litoral

CENAIM: Centro Nacional de Acuicultura e Investigaciones Marinas

## SIMBOLOGÍA

mg	Miligramo
g	Gramos
pH	Potencial de Hidrógeno
PPT	Partes por mil
ppm	Partes por millón
%	Porcentaje
L	Litros

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Prueba de temperatura. Los valores medios y desviación estándar (media $\pm$ DS) con letras indican que no existe diferencia significativa por medio de la (Prueba de Tukey, $P < 0.05$ ). Fuente: (Ramos, 2021).....	24
Figura 2. Prueba de Salinidades Los valores medios y desviación estándar (media $\pm$ DS) con letras diferentes indican que existe diferencia significativa por medio de la (Prueba de Tukey, $P < 0,05$ ). Fuente: (Ramos, 2021). .....	26
Figura 3. Validación. Los valores medios y desviación estándar (media $\pm$ DS) con letras diferentes indican que existe diferencia significativa por medio de la (Prueba de Tukey, $P < 0,05$ ). Fuente: (Ramos, 2021). .....	29

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía. (FAO, Starnet, 2019).....	4
Tabla 3. Composición química corporal del Huayaípe. Fuente: (Sinche & Blacio, 2005). .....	7
Tabla 4. Cantidad de peces que se pueden transportar a diferentes periodos dependiendo el tamaño. Los datos tienen como unidad (gramos de peces/ Litro de agua).....	11
Tabla 5. Fase Exploratoria. Fuente: (Ramos, 2021). .....	12
Tabla 6. Prueba 1 densidad y saturación de oxígeno. Fuente: (Ramos, 2021). .....	13
Tabla 7. Prueba 2 densidad y saturación de oxígeno. Fuente: (Ramos, 2021). .....	14
Tabla 8. Prueba 3 Variación de temperatura. Fuente: (Ramos, 2021).....	15
Tabla 9. Prueba 5 variación de Salinidad. Fuente: (Ramos, 2021).....	15
Tabla 10. Prueba 6 Desinfección. Fuente: (Ramos, 2021). .....	16
Tabla 11. Cuadro comparativo para proceso de transporte. Fuente: (Ramos, 2021). .....	16
Tabla 12. Información para evaluar en la validación. Fuente: (Ramos, 2021) .....	17
Tabla 13. Resumen del metaanálisis sobre las condiciones para el transporte de huevos y larvas de peces. Fuente: (Ramos, 2021).....	19
Tabla 14. Resultados de tratamientos sometidos a densidades de 3000 H/Litros y 5000 H/Litro, incluyendo la saturación de 100%, 150%, 200%, 100%+ 1:1 (aire: agua). Los valores medios y desviación estándar (media $\pm$ DS) con diferentes letras indican diferencia significativa realizada por medio de (Prueba de Tukey, $P < 500$ ). Fuente: (Ramos, 2021). .....	20
Tabla 15. Resultados de parámetros de la evaluación de la prueba de densidades. Fuente: (Ramos, 2021) .....	21
Tabla 16. Resultados de tratamientos sometidos a densidades de 5000 H/Litros y 8000 H/Litro, incluyendo la saturación de 100%, 150, aplicando uno y dos llenados de oxígeno al vacío de la funda. Los valores medios y desviación estándar (media $\pm$ DS) con letras indican diferencia significativa realizada por medio de (Prueba de Tukey, $P < 0.05$ ). Fuente: (Ramos, 2021) .....	22
Tabla 17. Resultados de parámetros considerados para la evaluación de la prueba de densidades de 5000 H/Litro y 8000 H/Litro. Fuente: (Ramos, 2021) .....	23

Tabla 18. Resultados de supervivencia con tratamientos sometidos a densidades de 5000 H/Litros, empleando temperaturas 16, 18, 20, 22 y 24 °C. Los valores medios y desviación estándar (media ± DS) con letras indican que no existe diferencia significativa realizada por medio de (Prueba de Tukey, P<0,05). Fuente: (Ramos, 2021) .....	24
Tabla 19. Resultados de parámetros considerados para la evaluación de la prueba de temperatura. Fuente: (Ramos, 2021) .....	25
Tabla 20. Resultados de prueba de salinidad, con tratamientos sometidos a densidades de 5000 H/Litros, empleando salinidades de 25, 30, 35, 40 g*L-1. Los valores medios y desviación estándar (media ± DS) con letras diferentes indican que existe diferencia significativa realizada por medio de (Prueba de Tukey, P<0.05). Fuente: (Ramos, 2021) .....	26
Tabla 21. Resultados de parámetros considerados para la evaluación de la prueba de Salinidades. Fuente: (Ramos, 2021) .....	27
Tabla 22. Cuantificación de bacterias totales (UFC, unidades formadoras de colonia). Los valores medios y desviación estándar (media ± DS) con letras similares indican que no existe diferencia significativa realizada por medio de (Prueba de Tukey, P<0.05). Fuente: (Ramos, 2021) .....	28
Tabla 23. Resultados de la prueba de validación con control (siembra directa) y tratamiento (simulación de transporte por 12 horas, con posterior siembra). Los valores medios y desviación estándar (media ± DS) con letras similares indican que no existe diferencia significativa realizada por medio de (Prueba de Tukey, P<0,05). Fuente: (Ramos, 2021) .....	28

## ÍNDICE DE ANEXOS

Ilustración 1. Desarrollo embrionario de Huayaipe, <i>Seriola rivoliana</i> . .....	5
Anexo 1. Desove y recolección de huevos. ....	35
Anexo 2. Conteo de huevos.....	35
Anexo 3. Saturación de oxígeno en agua 100, 150, 200%. ....	36
Anexo 4. Colocación de huevos en funda con la saturación.....	36
Anexo 5. Recolección de muestra para conteo. ....	36
Anexo 6. Reconocimiento de muestras después de 24 horas .....	37
Anexo 7. Recolección de muestra de agua para posteriores análisis de calidad de agua.....	37
Anexo 8. Filtrado de huevos para el conteo.....	37
Anexo 9. Reconocimiento y conteo de huevos viables y no viables. ....	38
Anexo 10. Desinfección y enjuague.....	38
Anexo 11. Validación con siembra directa vs simulación de transporte.....	39

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

La demanda de alimento a nivel mundial ha generado un aumento anual de 3.1% en el consumo de pescado comestible entre 1961 y 2017, este aumento indica que la población mundial se ha duplicado en este periodo de tiempo y que la demanda del consumo de pescado/mariscos ha llegado a ser más alta que la de los demás alimentos que cuentan con proteína animal, siendo esta 2.1% anual. El consumo *per cápita* en 1961 era de 9.0 Kg, y para el 2018 llegó a 20.5 Kg. (FAO, 2020)

En el 2018 la producción mundial de pescado entre pesca y acuicultura llegó a 82.1 millones de toneladas de las cuales predominaban los peces de aleta, seguidos de moluscos principalmente bivalvos y finalmente crustáceos. En el año 2000 la contribución de la acuicultura mundial a la producción pesquera fue de 25.7%, y para el 2018 dicha contribución llegó a ser aproximadamente el doble con 46.0%. Actualmente sigue creciendo, lo que genera fuentes de empleo desde la pesca y captura hasta la producción en cautiverio. (FAO, 2020)

La posibilidad de remplazar los alimentos de origen terrestre por fuentes de proteína animal de origen marino, ubica a la pesca como un importante recurso para satisfacer la demanda alimenticia de la población humana, sin embargo, tiene sus restricciones. Las especies de peces para el consumo humano se aproximan al límite explotable lo que generará un gran impacto al ecosistema marino ya que estos permiten la existencia de otras formas de vida, y por otro lado, el agotamiento de los recursos naturales por efectos del cambio de las condiciones climáticas. (Orvay, 1993)

A partir de aquí, resulta necesaria la producción de peces en cautiverio a mayor escala a nivel mundial. La acuicultura de peces marinos tiene dos cuellos de botella plenamente identificados; la reproducción y la producción de larvas. Controlar la reproducción y la larvicultura en condiciones de cautiverio permitirá contar con una dotación constante de juveniles para los sistemas de engorde. Sin embargo, no todos los centros de producción de peces están en capacidad de mantener lotes de reproductores y sus consecuentes desoves. Por esta razón, se deben establecer protocolos que permitan la transportación segura de huevos y larvas de peces. (Patrick, 2019)

Esta especie huayaípe (*Seriola rivoliana*) es un excelente candidato para la acuicultura marina. Países como España, México, y Ecuador la incluyen como especie objetivo de producción comercial, debido a su fácil adaptación al cautiverio, reproducción controlada, alto valor comercial y buenas tasas de crecimiento. A pesar de existir información sobre transporte de juveniles, el transporte de huevos se presenta como una oportunidad de menor costo y menos sensible en términos de supervivencia de los organismos. El conocer los parámetros seguros que reduzcan la mortalidad durante el transporte en etapas tempranas de desarrollo, permitirá que la maricultura del huayaípe se extienda a zonas o países donde se cuente con centros de engorde como Panamá y Colombia. Dichos centros que se dedican únicamente al engorde no siempre tienen la capacidad de mantener reproductores en sus instalaciones por lo que requieren adquirir juveniles al huevos de otros lugares, es aquí donde el transporte de huevos puede contribuir a la producción de dicha especie en otros lugares. (Arias, 1984)

### **1.1 Descripción del problema**

Los huevos de peces marinos no pueden ser transportados por largos periodos de tiempo debido a que cada especie tiene un tiempo determinado para la eclosión, y los parámetros ambientales podrían contribuir a la aceleración o retraso del desarrollo y posterior eclosión. Existen dos tipos de huevos en los peces, los blandos con ancho espacio per-vitelino y los duros de estrecho espacio peri-vitelino y de cubierta espesa. En el caso de los blandos tienen menor tiempo para su eclosión que puede ser entre 60 y 90 minutos, por otro lado, los huevos duros como los del género *Seriola* que tienen un tiempo más prolongado hasta la eclosión que puede ser hasta un día. Por ello, las especies con huevos duros resultan más factibles para el transporte. (FAO, 1981)

El CENAIM (Centro Nacional de Acuicultura e Investigaciones Marinas “Edgar Arellano”) ha establecido un convenio con una transnacional panameña para el desarrollo de proyectos relacionados con la producción de Huayaípe (*Seriola rivoliana*), cuyo objetivo es obtener 15 millones de huevos en 6 meses empleando 60 reproductores en adaptación para la maduración en CENAIM. Sin embargo, una vez obtenidos los desoves surge el problema de establecer las condiciones adecuadas para el transporte desde Ecuador a Panamá que no comprometan la calidad de los huevos, desarrollo embrionario o porcentaje de eclosión. La literatura existente sobre este tema es escasa. Por lo que

se plantean diversas pruebas de desafío en base a parámetros como porcentaje de saturación de oxígeno, salinidad, temperatura, volumen de agua y densidad, para evitar que los huevos mueran durante el transporte o se vea afectado el porcentaje de eclosión y posterior calidad larval, en un periodo de tiempo estimado máximo de 24 horas o inclusive hasta antes que ocurra la eclosión.

## **1.2 Justificación del problema**

Uno de los mayores retos de la humanidad radica en incrementar la producción de alimentos al mismo ritmo que el crecimiento poblacional con el fin de satisfacer sus necesidades alimenticias. Sin embargo, esto no resulta fácil. Lo que generalmente ocurre es la explotación de recursos naturales a niveles altos que en la actualidad están alcanzando sus límites máximos, en nuestros días las reservas de tierra fértil que se pueden utilizar para agricultura y ganadería resultan escasas, con baja probabilidad de recuperarse debido al impacto ambiental sobre el medio terrestre que podría generar el tratar de prepararlas principalmente con productos fertilizantes. (Quevedo, 1996)

Debido a esto se puede pensar que, los peces marinos como el Huayaipe (*S. rivoliana*) tienen un alto potencial para cubrir parte de esta demanda. La producción de Huayaipe en cautiverio ha llamado la atención de grandes empresas. Sin embargo, un problema común es la dificultad de mantener lotes de reproductores y establecerlos en cautiverio como reproductores en un tiempo mínimo, lo que sucede en el momento de capturarlos es que el estrés hace que reabsorban sus gónadas retardando el proceso de maduración y por ende el desove, en ocasiones hasta por 2 años como el caso de los peces planos. Es aquí donde se puede aprovechar la factibilidad de centros de producción ya establecidos como el CENAIM que cuentan con reproductores maduros que producen huevos viables para larvicultura y finalmente obtención de juveniles para engorde y así la expansión de la maricultura de peces.

El diseño de un protocolo para el transporte de huevos de Huayaipe (*S. rivoliana*) facilitaría la producción de dicha especie en lugares donde la reproducción en cautiverio no es posible. Así mismo, dicho protocolo puede servir de guía para aplicarlo en otras especies e impulsar la piscicultura y la diversificación de especies. Transportar huevos cede la oportunidad de llevar más animales a largas distancias, pero brindando las mejores condiciones para que en su destino se alcance un porcentaje de supervivencia alto, y un menor costo de transporte que lo que generaría el transporte de juveniles.

### 1.3 Objetivos

#### 1.3.1 Objetivo General

Diseñar un protocolo para el transporte de huevos de Huayaipe (*Seriola rivoliana*) durante su fase de pre-eclosión.

#### 1.3.2 Objetivos Específicos

1. Realizar un metaanálisis de la información existente sobre el transporte de huevos de especies de peces de interés comercial.
2. Evaluar diferentes parámetros asociados al transporte de huevos como saturación de oxígeno, temperatura, salinidad, y densidad para transportar huevos de Huayaipe hasta un tiempo estimado de 24 horas.
3. Seleccionar el método de transporte más adecuado que permita un alto porcentaje de supervivencia y eclosión luego del transporte de huevos.

### 1.4 Marco teórico

#### 1.4.1 Huayaipe (*Seriola rivoliana*)

La especie *Seriola rivoliana* conocida comúnmente como Huayaipe, almaco Jack, jurel limón, dorada kahala. Kampachi, entre otros, es un pez teleósteo carnívoro de ambiente marino, que se alimenta de peces, crustáceos, moluscos y algunos invertebrados, con características de gran fuerza y velocidad en su nado. Su taxonomía es representada en la tabla 2.

**Tabla 1. Taxonomía. (FAO, Starnet, 2019).**

Taxonomía	
Reino	Animalia
Familia	Carangidae
Orden	Perciformes
Clase	Actinopterygii
Género	<i>Seriola</i>
Especie	<i>rivoliana</i>
N. científico	<i>Seriola rivoliana</i>
N. común	<i>Huayaipe</i>

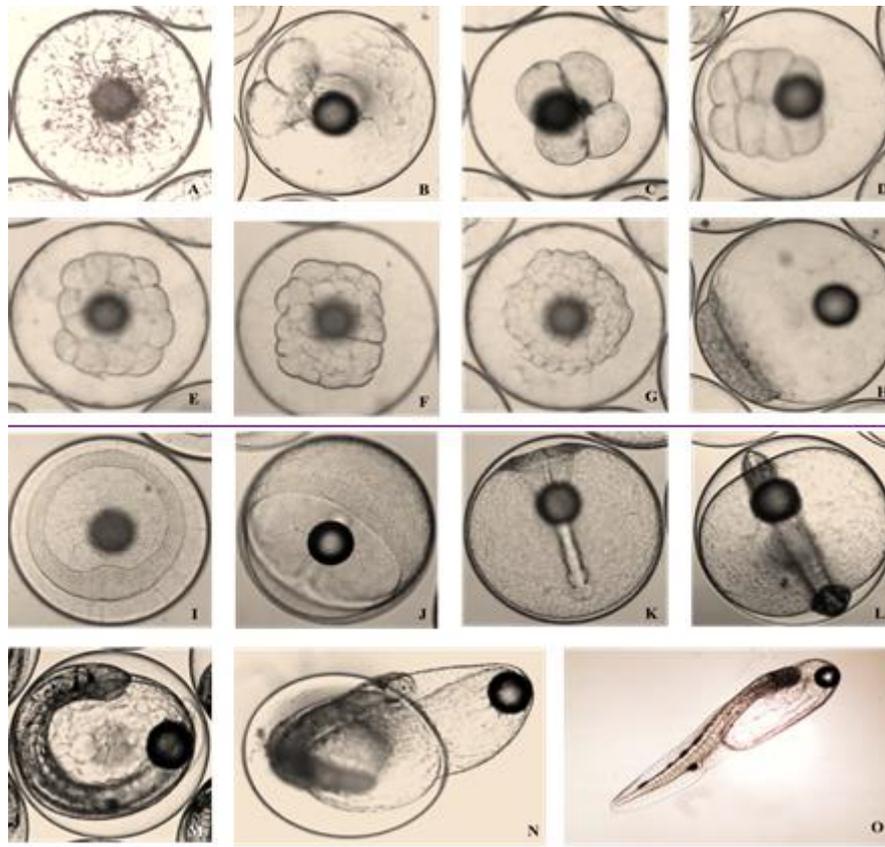
### 1.4.1.1 Ontogenia

#### ● Desarrollo embrionario:

En el proceso de fertilización, la hembra libera los huevos y el macho los fertiliza externamente, para dar paso al desarrollo embrionario de esta especie.

Luego de la fertilización de los huevos, se produce un proceso de aproximadamente 24 horas post fertilización para obtener la eclosión, a temperatura de agua entre 26 y 28°C y, salinidad a 35 PPT. (Tucker Jr, 1998). Son huevos esféricos cristalinos de corion duro con un diámetro total promedio de 1.120 mm y diámetro de gota de 0.200 mm. Las etapas de desarrollo embrionario se pueden apreciar en la figura 1.

**Ilustración 1. Desarrollo embrionario de Huayaibe, *Seriola rivoliana*.**



**Descripción:** A) huevo fertilizado, B) división dos células, C) división cuatro células, D) división ocho células, E) división dieciséis células, F) división treinta y dos células, G) división sesenta y cuatro células (mórula), I) blástula, I) engrosamiento del blastodisco, J) gástrula tardía, K) tubo neutral, L) somitas, O) lóbulos ópticos, cápsulas olfatorias, N) eclosión, O) larva con saco vitelino.

Luego de la eclosión la larva se alimentará de manera endógena, es decir, de su propio saco vitelino, aproximadamente de 2 a 3 días en condiciones controladas (incubadora), durante el desarrollo aparecen la boca y el ano, al finalizar la alimentación endógena las

larvas se alimentan de organismos del plancton, en cautiverio es común el uso de microalgas, rotíferos, copépodos y artemia.

En las primeras etapas del desarrollo del Huayaípe, se registra la mayor mortalidad. En la metamorfosis de larvas a juveniles es donde se determina la cantidad que se obtendrá. El Huayaípe se encuentra a lo largo de las costas continentales en aguas marinas y temperaturas favorables para su crecimiento, comúnmente forman cardúmenes que se alimentan de peces más pequeños, moluscos, crustáceos y otros invertebrados.

Los reproductores pueden alcanzar los 2 metros de longitud y 50 kilogramos de peso. Tienen hábitos carnívoros y se alimentan principalmente de otros peces. Son desovadores totales, alcanzan la madurez sexual entre 3 y 5 años y pueden desovar cada 2 o 3 días a temperaturas entre 24 y 26°C. Es un pez pelágico y su dieta principal es de sardinas, calamares, macarela, entre otras especies de peces más pequeñas, tienen un cuerpo protegido por pequeñas. (Schlegel, 1845)

#### **1.4.1.2 *Biología de la especie***

Esta especie tiene una fuerte cabeza con un dorso curvado, con una forma redondeada en el hocico, boca grande con dientes numerosos y pequeños, tienen un cuerpo robusto, fusiforme, comprimido y alargado. El cuerpo se encuentra protegido por unas pequeñas escamas, remarcadas en la línea lateral y se puede observar a simple vista. El color característico es el aceitunado como marrón o verde azulado en los dorsos, en tanto a los flancos suelen ser más claros, en el vientre blanquecino. (Sinche & Blacio, 2005)

#### **1.4.1.3 *Distribución geográfica***

Esta especie se encuentran en zonas subtropicales, siendo distribuido entre los océanos Pacífico, Atlántico oeste e Índico, en el continente americano se encuentra desde Estados Unidos hasta el norte de la república del Perú, dentro de Ecuador se puede localizar en zonas costeras como Esmeraldas, Manabí, Santa Elena, además en sectores rocosos como islas, por lo general cerca de las islas Galápagos. (Blacio, 2005)

### 1.4.2 Comercio

La pesca ha incrementado su demanda, por el consumo y el aumento en la población. En Ecuador se obtiene huayaibe por medio de la pesca artesanal que ha llegado a ser hasta 129 toneladas anuales (Martínez, 2005). Es una de las especies consideradas para la pesca y acuicultura marina por su alto valor nutritivo lo que lo hace muy cotizado por pequeños y grandes pescadores, debido a sus características organolépticas como, sabor, olor y calidad de la carne, el huayaibe tiene un amplio mercado. La tabla 3 muestra la composición química de filetes de huayaibe.

**Tabla 2. Composición química corporal del Huayaibe. Fuente: (Sinche & Blacio, 2005).**

<b>Humedad</b>	74.6 – 76.
<b>Proteína</b>	21.4 – 22.5
<b>Grasa</b>	1.2 – 1.6
<b>Cenizas</b>	3 – 0.409

El precio para su comercialización a nivel internacional varía en un rango de U\$D 7.10 a U\$D 7.25 por kilogramo capturados en su ambiente natural. En el caso de cultivo en cautiverio el precio sube de U\$D 7.76 a U\$D 11.64 por kilogramo a nivel de negocios. (Blacio, 2005)

### 1.4.3 Transporte de peces

El transporte de peces vivos se practica principalmente con reproductores, como es de la especie *Chaetostomas leucomelas* (leucomas) los mismos que son capturados y enviados hasta criaderos para la obtención de huevos. Para el transporte de huevos en la estación cultural Pez Oneida se ha utilizado el método seco que consiste en transportar los huevos en cajas con bandejas perforadas de poliestireno y hielo. Los huevos que se transportan en esta estación son de leucomas que se mantienen en incubación por 5 días lo que asegura su pleno desarrollo, este tiempo de espera ayuda a retirar los huevos muertos y así enviar huevos listos para eclosionar. (Colesante, 1996)

Para el transporte de huevos en la estación cultural Pez Oneida se ha utilizado método seco que consiste en transportar los huevos en cajas con bandejas

perforadas de poliestireno y hielo. Los huevos que se transportan en esta estación son de leucomas que se mantiene en incubación 5 días lo que asegura su pleno desarrollo, este tiempo de espera ayuda a retirar los huevos muertos y así enviar huevos listos para eclosionar. (Colesante, 1996).

Para el transporte de alevines se utilizan tanques de transporte o bolsas plásticas donde se añaden oxígeno puro al agua, dichos tanques generalmente son de fibra de vidrio o tanques de madera todos estos con tapa y aireadores con oxígeno embotellado. El transporte de alevines requiere un suministro constante de oxígeno durante el transporte mediante difusores. Por ejemplo, en la estación cultural Pez Oneida los alevines se envían en tanques de 180L a razón de 1 millón por tanque, los envíos duran 6 horas y bajo las condiciones adecuadas no se presentan mortalidades significativas. (Colesante, 1996).

#### **1.4.4 Parámetros ambientales para el cultivo de Huayaipe**

##### **1.4.4.1 Oxígeno**

El agua de mar contiene cantidades superiores a 5 – 6 mg/L de oxígeno disuelto, donde el nivel óptimo para el desarrollo del huayaipe debe ser superior a 4 mg/L, por debajo de este nivel, los peces reflejan situaciones de estrés inclusive mortalidad. El consumo del oxígeno en huayaipe es de 500 mL O<sub>2</sub>.kg<sup>-1</sup>, de peso corporal por hora en condiciones normales. (Espinoza, Escala, & Blacio Game, 2009)

##### **1.4.4.2 Temperatura**

Los peces del género *S. rivoliana*, comúnmente habitan en agua cálidas entre 18 y 29°C, por debajo de los 15°C el crecimiento se reduce. Por otro lado, a temperaturas inferiores a 9°C o, superiores a 31°C ocurre la muerte espontánea de esta especie. La reproducción ocurre entre 24 a 27°C, y el desarrollo embrionario entre 22 y 30°C. Para el cultivo larval la temperatura óptima se encuentra entre 22 y 26°C, y para juveniles de 20 a 27°C lo que mejora la eficiencia de alimentación y velocidad de crecimiento. (Espinoza, Escala, & Blacio Game, 2009)

#### **1.4.4.3 Salinidad**

Esta especie es de ambientes marinos, por lo que se desarrolla en salinidades con rango óptimo de 30 a 36 g/L, por debajo de concentraciones a 16 g/L no resisten y mueren. (Espinoza, Escala, & Blacio Game, 2009)

#### **1.4.4.4 pH**

En la producción de peces sobre todo en las primeras etapas de vida uno de los factores más influyentes para la supervivencia es el pH, se evidencian dos escenarios, la primera, cuando el valor se aleja del neutro hacia la parte básica y se pueden ver alteraciones morfológicas y dependiendo que tan extremo sea el valor de inicio a mortalidad. En el segundo escenario cuando los valores de pH se acercan a la parte ácida con valores que lleguen entre 5.0 a 5.5 se pueden ver afectados, en el caso de los reproductores se dificulta la reproducción y no desovan. (Barile, 2016)

#### **1.4.4.5 Amonio y Amoniaco**

El amonio  $\text{NH}_4^+$  y el amoniaco  $\text{NH}_3$  son elementos de carácter tóxico, donde la toxicidad depende netamente del pH y la temperatura, cuando el pH es superior a 7, se denota el amoniaco, compuesto altamente tóxico, en cambio cuando el pH es menor a 7 sufre un cambio y se denomina amonio, el cual tiene una toxicidad inferior. (McDermand, 2020)

# CAPÍTULO 2

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1 Metaanálisis

Se realizó la recopilación de literatura sobre el transporte de huevos de peces. En los procesos de transporte y manipulación de cualquier especie marina en estados de juveniles, larvas o huevos, se evidencian factores estresantes como la captura, aclimatación transporte, recepción y la variación de parámetros ambientales como salinidad, temperatura y saturación de oxígeno que afectan su supervivencia al final del proceso. (Omeji, 2017)

### 2.2 Métodos tradicionales

Existen varios medios para la transportación de productos vivos en acuicultura tradicionalmente, se emplea tanques con oxígeno, fundas y tanqueros, todas con un mismo objetivo, asegurar una supervivencia alta al momento de hacerlo para distancias cortas.

Para el transporte de peces, mientras más pequeño sea su diámetro, mayor cantidad se pueden transportar. Según Bocek, A. (s.f.), los peces se pueden clasificar en 4 categorías de acuerdo con su ciclo de vida que son, larvas recién eclosionadas, postlarvas, alevines y finalmente los sexualmente maduros. Así mismo, estableció una referencia sobre la cantidad de peces de diferentes tamaños que se pueden transportar en bolsas plásticas selladas e inyectadas con oxígeno, y en tanques a ciertos periodos de tiempo. (Bocek, s.f)

En el informe de Bocek se presentó información que resalta que, a mayor tiempo de transporte, menor será la cantidad de animales que podemos transportar sin importar el tamaño. Lo que en el caso de huevos nos indica que podemos transportar densidades más altas, ya que no varía el tamaño (tabla 3).

**Tabla 3. Cantidad de peces que se pueden transportar a diferentes periodos dependiendo el tamaño. Los datos tienen como unidad (gramos de peces/ Litro de agua).**

Tamaño de los peces	Duración del Transporte (Horas)			
	1	12	24	48
Larvas recién eclosionadas (gramos/litro)	120	80	40	10
Larvas de 1/4 pulgada (0.64 cm)	60	50	40	20
Alevín de 1 pulgada (2.54 cm)	120	100	75	40
Alevín de 2 pulgadas (5.08 cm)	120	105	90	40
Alevín de 3 pulgadas (7.62 cm)	120	105	90	40
Peces de mayor Tamaño	480	180	120	60

### 2.2.1 Uso de Tanques con oxígeno

Este método es muy usado para el transporte de postlarvas de camarón, alevines de peces, entre otras especies acuáticas permitiendo movilizar los animales en tanques cuyo material puede ser de plástico, polietileno, polipropileno, con capacidad de hasta 1 tonelada de agua, con la debida regulación en tanto a la oxigenación que se ingresa al sistema para generar oxígeno disuelto constante durante el traslado. El transporte en tanques requiere que la movilización se realice en un camión que contenga los tanques con el producto y tanques de oxígeno que suministrarán la cantidad suficiente mediante mangueras plásticas y difusores durante el traslado hacia el destino correspondiente. (Fuentes, 2011)

### 2.2.2 Uso de fundas plásticas

Método aplicado al transporte de nauplios, postlarvas, alevines, juveniles, microalgas, entre otras especies, cuyo sistema funciona con la distribución de densidades adecuadas en el interior de cada funda con agua y partículas de carbón activado en el fondo para evitar la contaminación generada por los desechos propios de los organismos, por consiguiente la inyección de oxígeno a presión en vacío de la funda es primordial para evitar mortalidades tempranas, después del ingreso del oxígeno las fundas se cierran con amarres de ligas de

caucho, para luego ser colocadas en el interior de un cartón para su traslado en el camión hacia su destino. (Fuentes, 2011)

### **2.2.3 Uso de transporte con contenedores “Tanqueros”**

Método basado en usar tanqueros proveedores de agua, cuyo contenedor debe ser de material inoxidable, donde se colocan las postlarvas o alevines de peces, en el interior del tanque, y se suministra oxígeno por medio de entrada generada por un blower. Se traslada con total seguridad sellando las tapas de acceso de salida como de entrada, al terminar el traslado, se abre la llave de salida y con una bomba de agua que llevará agua al tanque para vaciarlo en su totalidad.

## **2.3 Propuesta de valor**

El análisis en base al transporte a larga distancia es prioritario para la expansión de la industria acuícola. Determinando las mejores condiciones tanto de saturación de oxígeno, temperatura, salinidad y densidad para transportar huevos de huayaípe hasta un tiempo máximo de 24 horas.

Luego del proceso de la revisión literaria se realiza una fase exploratoria en la cual se definen varios puntos, inicialmente por la determinación de la mejor densidad que genere una mejor supervivencia.

### **2.3.1 Fase exploratoria**

Se realizó mediante una evaluación de 4 densidades (huevos por litro); A (1000 huevos/litro en movimiento), B (1000 huevos/litro sin movimiento), C (3000 Huevos/litro sin movimiento), D (5000 huevos/litro sin movimiento), con 5 réplicas cada una. Se agregó 100% de saturación de oxígeno: Se utilizaron empaques plásticos de 9 x 14 cm (o 3 litros de capacidad) cerradas completamente con ligas de caucho, y colocadas en cajas de cartón por 24 horas.

**Tabla 4. Fase Exploratoria. Fuente: (Ramos, 2021).**

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>RÉPLICAS</b>	<b>SATURACIÓN DE OXÍGENO</b>
<b>A</b>	1000 H/Litro Con movimiento	5 (A1, A2, A3, A4, A5)	100%

<b>B</b>	1000 H/Litro Sin movimiento	5 (B1, B2, B3, B4, B5)	100%
<b>C</b>	3000 H/Litro Sin movimiento	5 (C1, C2, C3, C4, C5)	100%
<b>D</b>	5000 H/Litro Sin movimiento	5 (D1, D2, D3, D4, D5)	100%

### 2.3.2 Prueba 1: Densidad

La prueba se realizó para determinar la mejor densidad en base a variaciones de saturación de oxígeno, dicha prueba fue realizada con 8 tratamientos; A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8 donde A1 y A2 tuvo una saturación de oxígeno de 100%, A3 y A4 a 150%, A5 y A6 a 200%, A7 y A8 a 100% más oxígeno inyectado al vacío de la funda, cada tratamiento con 5 réplicas. Se utilizaron empaques plásticos de 9 x 14 cm (o 3 litros de capacidad) cerradas completamente con ligas de caucho, y colocadas en cajas de cartón por 24 horas.

**Tabla 5. Prueba 1 densidad y saturación de oxígeno. Fuente: (Ramos, 2021).**

TRATAMIENTO	CANTIDAD (Huevos/Litro)	RÉPLICAS	SATURACIÓN DE OXÍGENO
<b>A1</b>	3000	5	100%
<b>A2</b>	5000	5	
<b>A3</b>	3000	5	150%
<b>A4</b>	5000	5	
<b>A5</b>	3000	5	200%
<b>A6</b>	5000	5	
<b>A7</b>	3000	5	100% + Oxígeno en aire
<b>A8</b>	5000	5	

### 2.3.3 Prueba 2: Inyección de oxígeno

Para esta prueba se emplearon empaques plásticos con dimensiones de 9x14 con relación 1:1 (aire: agua) usada para los tratamientos “B1, B2, B3, B4”, cada tratamiento utilizó 3 réplicas cada una, usando la saturación para “B1 y B2” al 100% y para “B3 y B4” al 150% en agua respectivamente más inyección de oxígeno al vacío de la funda, además los empaques con dimensiones de 10x16 con relación 2:1 (aire: agua) usados para los tratamientos “B5, B6, B7, B8”, los

mismos que utilizaron 3 réplicas, en tanto la saturación para “B5 y B6” al 100% y para “B7 y B8” al 150% en agua más inyección de oxígeno al vacío de la funda. Esta prueba fue puesta en cajas con su respectiva rotulación y cerradas, para su revisión después de 24 horas.

**Tabla 6. Prueba 2 densidad y saturación de oxígeno. Fuente: (Ramos, 2021).**

TRATAMIENTO	CANTIDAD (Huevos/Litro)	RÉPLICAS	SATURACIÓN DE OXIGENO
B1	5000	3	100% + OXIGENO EN AIRE
B2	8000	3	
B3	5000	3	150% + OXIGENO EN AIRE
B4	8000	3	
B5	5000	3	100% + OXIGENO EN AIRE
B6	8000	3	
B7	5000	3	150% + OXIGENO EN AIRE
B8	8000	3	

### 2.3.4 Prueba 3: Temperatura

En esta prueba, se usaron empaques plásticos de 10x16 en relación 2:1 (aire: agua), con 5 tratamientos “R, S, U, V, W” con 3 réplicas cada uno, donde la temperatura de cada tratamiento fue de 16, 18, 20, 22, 24 °C respectivamente. Además, se utilizó la saturación de oxígeno al 100%. Durante el tiempo de experimentación, se empleó una réplica más “testigo” para cada tratamiento (R4, S4, U4, V4, W4) para verificar la variación o mantenimiento de las temperaturas evaluadas. Todos los tratamientos fueron colocados en cajas, para posterior ser puestas en distintas áreas cerradas usando como elemento de disminución de temperatura al aire acondicionado, para el tratamiento “R” a 16°C, en otra área para “S” con la temperatura a 18°C, para “U” con temperatura 20°C, y para “W” a 22°C, mientras tanto la de 24°C se coloca a temperatura ambiente. Todas las pruebas fueron puestas en cajas diferentes por un tiempo estimado de 24 horas.

**Tabla 7. Prueba 3 Variación de temperatura. Fuente: (Ramos, 2021).**

TRATAMIENTO	CANTIDAD (Huevos/Litro)	RÉPLICAS	SATURACIÓN DE OXÍGENO (%)	TEMPERATURA (°C)
R	5000	3 (R1, R2, R3)	100	16
S	5000	3 (S1, S2, S3)	100	18
U	5000	3 (U1, U2, U3)	100	20
V	5000	3 (V1, V2, V3)	100	22
W	5000	3 (W1, W2, W3)	100	24

### 2.3.5 Prueba 4: Salinidad

En esta prueba, se evaluaron 4 tratamientos por triplicado. Las salinidades evaluadas fueron 25, 30, 35, y 40 g/L. Al inicio la salinidad era de 30 ppt, por lo cual para reducir se usó agua dulce filtrada tanto para llevar a 25 partes. Mientras tanto a 35 y 40 partes, se colocó salmuera en cantidades de 30 gramos en 13L y 60 gramos en 13L respectivamente para cada tratamiento mencionado. Se empleó saturación a 100% de oxígeno disuelto en agua e inyección al vacío, los empaques usados fueron de 10x16 con relación 2:1 (aire: agua), y cada tratamiento se colocó en una caja de cartón diferente. Se procedió a la revisión después de 24 horas donde se obtuvo los resultados finales de la experimentación.

**Tabla 8. Prueba 5 variación de Salinidad. Fuente: (Ramos, 2021).**

TRATAMIENTO	CANTIDAD (Huevos/Litro)	RÉPLICAS	SATURACIÓN DE OXÍGENO (%)	SALINIDAD (g/L)
A	5000	3 (A1, A2, A3)	100	25
B	5000	3 (B1, B2, B3)	100	30
C	5000	3 (C1, C2, C3)	100	35
D	5000	3(D1, D2, D3)	100	40

### 2.3.6 Desinfección

En esta prueba, se evaluaron 3 tratamientos de desinfección y 1 control. La experimentación se realizó en jarras plásticas de 3 litros, con aireación continua, cada tratamiento tuvo 3 réplicas. En el tratamiento control "C" no se le adicionó ningún tipo de desinfectante. El desinfectante utilizado fue glutaraldehído 25 V/V en las siguientes concentraciones: "G1-3" 100 ppm por 10 minutos; "G4-6"

200ppm por 5 minutos y “G7-9” 200 ppm por 10 minutos, después de terminar el tiempo se realizó el lavado con agua filtrada por luz ultravioleta (UV), se envió cada una de las muestras a realizar la prueba de cuantificación de UFC por 24 y 48 horas tanto de bacterias como de vibrios totales.

**Tabla 9. Prueba 6 Desinfección. Fuente: (Ramos, 2021).**

TRATAMIENTO	CANTIDAD (Huevos/Litro)	RÉPLICAS	SATURACIÓN DE OXÍGENO (%)	Desinfectante
<b>C</b>	500	3 (C1, C2, C3)	100	CONTROL (Sin Desinfectante)
<b>G1-3 (100ppm * 10min)</b>	500	3 (G1, G2, G3)	100	Glutaraldehído
<b>G4-6 (200ppm * 5min)</b>	500	3 (G4, G5, G6)	100	Glutaraldehído
<b>G7-9 (200ppm * 10min)</b>	500	3 (G7, G8, G9)	100	Glutaraldehído

#### 2.4 Cuadro comparativo para elección:

Mediante la lectura, se ha determinado que los métodos tradicionales son importantes para el transporte de especies en general y para la aplicación en las pruebas realizadas. Se seleccionó un método de acuerdo con la necesidad en base al transporte de huevos de Huayaipe que se desea aplicar:

**Tabla 10. Cuadro comparativo para proceso de transporte. Fuente: (Ramos, 2021).**

Proceso de Transporte	Menor costo	Sobrevivencia	Largas distancias	Densidad	Menor espacio requerido
<b>Protocolo planteado</b>	√	√		√	√
<b>Métodos tradicionales</b>			√		

##### 2.4.1 Validación de protocolo sin transporte versus luego de transportación

Para esta fase se experimentó con dos métodos, la siembra directa en incubadores y simulación de transporte por 12 horas para posterior siembra a los incubadores pertinentes. Después de generarse el desove, se produjo la recolección de huevos en colector, con la cuantificación de huevos totales y

flotantes. Posterior se realizó el tratamiento en 10 litros con aeración continúa usando glutaraldehído en concentración 200ppm, por un tiempo de 10 minutos. Se realizó la siembra directa en dos incubadores, con rotulación “C1 y C2”, en los cuales se depositaron 50.000 huevos por cada uno en un volumen de 500 litros. Mientras tanto después de las 12 horas, se dividen en 10 empaques para cada tanque con rotulación “T1 y T2”, para aclimatar y ser sembradas en los incubadores correspondientes, vale recalcar que cada empaque se colocaron 5000 huevo/litro, a una saturación de 100%, con doble llenado, temperatura de 24°C y salinidad a 35ppt, generando por los 20 empaques un total de 100.000 huevos, los cuales serán depositados una cantidad de 50.000 por incubador. Esta prueba se deja incubar por 4 días, para cada día se realizaba prueba en base a las larvas observadas en el volumen de agua obtenido en cada medición. Además, no se colocó ningún tipo de alimento vivo a las larvas eclosionadas.

**Tabla 11. Información para evaluar en la validación. Fuente: (Ramos, 2021)**

<b>Protocolo de transporte con incubación (%)</b>	<b>Incubación directa (%)</b>
Tasa de eclosión	Tasa de eclosión
Sobrevivencia	Sobrevivencia

#### **2.4.2 Análisis estadísticos.**

Los datos son presentados como media  $\pm$  desviación estándar. Los resultados de las evaluaciones fueron sometidos a las pruebas de Kolmogorov-Smirnoff y de Bartlett para la verificación de la normalidad y homogeneidad de varianzas, respectivamente. Los datos de supervivencia fueron transformados utilizando el arcoseno antes del análisis. Se realizó un Análisis de varianza (ANOVA) de 2 vías (pruebas: densidades, e inyección de oxígeno) y ANOVA de 1 vía (pruebas: temperatura, salinidad y desinfección). Cuando se observaron diferencias estadísticas a un  $\alpha=0,05$  los datos fueron sometidos a la prueba de rangos múltiples de Tukey para establecer diferencias significativas. Se utilizó el programa XLSTAT®, 2016. 5 (Addinsoft, Paris, France).

# CAPÍTULO 3

## 3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

En un estudio anterior se evaluó el transporte de huevos de salmónidos teniendo como objetivo mejorar la supervivencia de los huevos mediante el transporte en soluciones con mayor viscosidad, para lo cual se probó metilcelulosa y el Ficoll U 400 compuestos comerciales fáciles de conseguir, pero de alto costo en el caso del FicoU 400, \$18.53/gr (Merck KGaA, Darmstadt, Alemania y/o sus filiales, 2022). Ambos compuestos tienen la capacidad de expandir las moléculas en el agua aumentando la viscosidad. Los resultados mostraron que la metilcelulosa de mayor viscosidad alcanzó un 93% de eclosión- versus el Fico U 400 que alcanzó un 76% y al ser incluso más cara fue descartada. (Laird, 1979)

La mayor parte de los estudios se enfocan en el transporte de alevines lo cual resulta más manejable. Sin embargo, según Chang, Y.F.(1978) el transporte de alevines y huevos de pescados en general se llegó a la conclusión de que el transporte de huevos no es viable para todas las especies, ya que en su mayoría el tiempo de eclosión es tan rápido que no permite el transporte. Para estas especies la mejor alternativa es transportar alevines, en cambio para especies que los huevos cuentan con un lapso más amplio para su eclosión, el transporte de los huevos puede ser manejable brindando las condiciones adecuadas. (Chang, 1978)

En la siguiente tabla se resume la literatura disponible sobre el transporte de huevos y larvas con sus principales consideraciones ambientales.

**Tabla 12. Resumen del metaanálisis sobre las condiciones para el transporte de huevos y larvas de peces. Fuente: (Ramos, 2021).**

<b>Especie</b>	<b>Estado de desarrollo</b>	<b>Parámetros de transporte</b>	<b>Supervivencia post-transporte (%)</b>	<b>Referencias</b>
Bagre de canal	Huevos y alevines	Temperatura 22 °C Densidad 3500 huevos/litro	85-90	Fuqua, C. L., & Topel, H. C. (1939). Transportation of channel catfish eggs and fry. The Progressive Fish-Culturist, 6(46), 19-21.
Salmón	Huevos	Fertilización Temperatura (ambiente)	> 90	Burrows, R. E. (1949). Recommended methods for fertilization, transportation, and care of salmon eggs. The Progressive Fish-Culturist, 11(3), 175-178.
Salmónidos	Huevos	Desinfección (Metilcelulosa) Temperatura 9 °C	93	Laird, L. M. (1979). A method for improving the survival of fish eggs during transportation. Aquaculture Research, 129-132.
Carpa	Alevines	Densidad 650 alevines/litro Temperatura (ambiente)	95	Shah, M. I. (2021). Transportation of Live Fish Seed. Fish Aqua J, 12, 284.

En la fase exploratoria donde se simuló el transporte con o sin movimiento no hubo diferencias en ambos casos por lo que se decidió realizar las siguientes pruebas sin movimiento. Sin embargo, en el transporte siempre va a haber movimiento, pero no contamos con equipos que generen vibración sino, movimientos circulares. Además, por los volúmenes utilizados no se puede utilizar bajas revoluciones con los equipos que contamos, tenía que hacerse a altas revoluciones para que el shaker pueda

mover toda la caja. Por ende, al no existir diferencias en la supervivencia se trabajó sin movimiento.

### 3.1 Resultados Generales

#### 3.1.1 Prueba 1: Densidad

En la tabla 14, se muestran los resultados obtenidos en base a las experimentaciones realizadas. No se registraron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) entre la densidad de 3000 huevos/L y 5000 huevos/L. Mientras que el porcentaje de saturación si presentó diferencias estadísticas ( $P < 0,05$ ), siendo la supervivencia superior en “100% más la inyección de aire en relación 1:1 (aire: agua), a diferencia de “100%, 150% y 200%”.

**Tabla 13. Resultados de tratamientos sometidos a densidades de 3000 H/Litros y 5000 H/Litro, incluyendo la saturación de 100%, 150%, 200%, 100%+ 1:1(aire: agua). Los valores medios y desviación estándar (media  $\pm$  DS) con diferentes letras indican diferencia significativa realizada por medio de (Prueba de Tukey,  $P < 500$ ). Fuente: (Ramos, 2021).**

Tratamiento	Supervivencia
<b>Densidad (Huevos/Litro)</b>	
3000	57,5 $\pm$ 11,5 <sup>a</sup>
5000	61,6 $\pm$ 8,9 <sup>a</sup>
<b>Saturación (%)</b>	
100	57,1 $\pm$ 9,3 <sup>b</sup>
150	56,0 $\pm$ 6,2 <sup>b</sup>
200	54,0 $\pm$ 9,8 <sup>b</sup>
100%+1:1(aire: agua)	71,2 $\pm$ 7,2 <sup>a</sup>
<b>Interacciones</b>	
3000 huevos/L + 100%	55,0 $\pm$ 13,1
3000 huevos/L + 150%	54,7 $\pm$ 8,4
3000 huevos/L + 200%	50,1 $\pm$ 7,5
3000 huevos/L + 100%+1:1 (aire: agua)	70,3 $\pm$ 6,4
5000 huevos/L + 100%	59,2 $\pm$ 3,2
5000 huevos/L + 150%	57,3 $\pm$ 3,3
5000 huevos/L + 200%	57,8 $\pm$ 9,8
5000 huevos/L + 100% +1:1 (aire: agua)	72,1 $\pm$ 8,5

En la sección interacciones se puede visualizar que los resultados más altos en referencia a la supervivencia se alcanzaron a una densidad de 3000 H/Litro + 100%+1:1

(aire:agua)” y “5000 H/Litro + 100%+1:1 (aire: agua)”, ya que con esto se pudo definir que la inyección al aire genera una mejor sobrevivencia, denotada por medio del conteo de los huevos viables, a diferencia de los tratamientos.

**Tabla 14. Resultados de parámetros de la evaluación de la prueba de densidades.**

**Fuente: (Ramos, 2021)**

Interacciones	Supervivencia (%)	Temperatura (°C)		Oxígeno (%)	
		Inicial	Final	Inicial	Final
3000 huevos/L + 100%	55,0 ± 13,1	24,5 ± 0,0	23,9 ± 0,3	100,0 ± 0,0	27,8 ± 6,8
3000 huevos/L + 150%	54,7 ± 8,4	24,5 ± 0,0	23,9 ± 0,3	150,0 ± 0,0	21,2 ± 2,9
3000 huevos/L + 200%	50,1 ± 7,5	24,5 ± 0,0	23,9 ± 0,3	200,0 ± 0,0	19,1 ± 2,3
3000 huevos/L + 100%+1:1 (aire: agua)	70,3 ± 6,4	24,5 ± 0,0	23,9 ± 0,4	100,0 ± 0,0	140,6 ± 27,1
5000 huevos/L + 100%	59,2 ± 3,2	24,5 ± 0,0	23,9 ± 0,2	100,0 ± 0,0	21,5 ± 1,6
5000 huevos/L + 150%	57,3 ± 3,3	24,5 ± 0,0	23,9 ± 0,4	150,0 ± 0,0	19,1 ± 3,1
5000 huevos/L + 200%	57,8 ± 9,8	24,5 ± 0,0	24,0 ± 0,3	200,0 ± 0,0	19,8 ± 5,2
5000 huevos/L + 100%+1:1 (aire: agua)	72,1 ± 8,5	24,5 ± 0,3	23,9 ± 0,3	100,0 ± 0,0	136,9 ± 7,2

En la tabla 15, se muestran las mediciones de temperatura y el oxígeno antes y después de la simulación de transporte. Se puede evidenciar que la temperatura se mantiene en promedio en 24°C, en tanto al oxígeno se visualiza una disminución considerablemente baja en los tratamientos que no se les inyectó el oxígeno al aire.

### 3.1.2 Prueba 2: Inyección de oxígeno

En la tabla 16, se presentan los resultados de los tratamientos de densidades con diferentes formas de llenado en empaques plásticos. No existieron diferencias significativas, entre las densidades de 5000 H/Litro y 8000H/Litro, ni para las saturaciones de 100%, como la de 150%, al igual al llenado al vacío del empaque (P<500).

**Tabla 15. Resultados de tratamientos sometidos a densidades de 5000 H/Litros y 8000 H/Litro, incluyendo la saturación de 100%, 150, aplicando uno y dos llenados de oxígeno al vacío de la funda. Los valores medios y desviación estándar (media  $\pm$  DS) con letras indican diferencia significativa realizada por medio de (Prueba de Tukey,  $P < 0.05$ ).**

**Fuente: (Ramos, 2021)**

<b>Tratamiento</b>	<b>Supervivencia %</b>
<b>Densidad (Huevos/Litro)</b>	
5000	80,6 $\pm$ 8,2 <sup>a</sup>
8000	81,4 $\pm$ 9,0 <sup>a</sup>
<b>Saturación (%)</b>	
100	80,4 $\pm$ 6,7 <sup>a</sup>
150	81,6 $\pm$ 10,2 <sup>a</sup>
<b>Llenado</b>	
1:1 aire: agua	81,7 $\pm$ 9,8 <sup>a</sup>
2:1 aire: agua	80,3 $\pm$ 7,2 <sup>a</sup>
<b>Interacciones</b>	
5000 huevos/L + 100% +(1:1 aire: agua)	84,7 $\pm$ 7,3
5000 huevos/L + 100% + (2:1 aire: agua)	77,7 $\pm$ 1,3
5000 huevos/L + 150% +(1:1 aire: agua)	76,9 $\pm$ 14,0
5000 huevos/L + 150% + (2:1 aire: agua)	83,1 $\pm$ 6,9
8000 huevos/L + 100% +(1:1 aire: agua)	82,5 $\pm$ 10,0
8000 huevos/L + 100% + (2:1 aire: agua)	76,8 $\pm$ 5,1
8000 huevos/L + 150% +(1:1 aire: agua)	82,6 $\pm$ 11,4
8000 huevos/L + 150% + (2:1 aire: agua)	83,7 $\pm$ 12,2

En tanto a las interacciones se verificó detenidamente los valores más altos y con mejor resultado, con la desviación más baja para ser aceptados, siendo este, el de 5000 H/Litro con 100% de saturación en agua y dos veces el llenado de la funda con un valor de 77,7  $\pm$  1,3.

**Tabla 16. Resultados de parámetros considerados para la evaluación de la prueba de densidades de 5000 H/Litro y 8000 H/Litro. Fuente: (Ramos, 2021)**

Tratamiento	Temperatura		Oxígeno		NO <sub>2</sub>		TAN		pH	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
5000 H/Litro + 100% +(1:1 aire agua)	23,6 ± 0,0	22,5 ± 0,4	100,0 ± 0,0	137,2 ± 8,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	3,2 ± 0,1	8,0 ± 0,0	7,4 ± 0,2
5000 H/Litro + 100% + (2:1 aire agua)	23,6 ± 0,0	22,6 ± 0,4	100,0 ± 0,0	151,4 ± 7,2	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	3,1 ± 0,2	8,0 ± 0,0	7,2 ± 0,1
5000 H/Litro + 150% +(1:1 aire agua)	23,6 ± 0,0	22,5 ± 0,6	150,0 ± 0,0	139,8 ± 11,2	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	3,1 ± 0,2	8,0 ± 0,0	7,2 ± 0,1
5000 H/Litro + 150% + (2:1 aire agua)	23,6 ± 0,0	22,5 ± 0,3	150,0 ± 0,0	155,0 ± 6,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	3,1 ± 0,2	8,0 ± 0,0	7,2 ± 0,0
8000 H/Litro + 100% +(1:1 aire agua)	23,5 ± 0,0	22,5 ± 0,4	100,0 ± 0,0	99,5 ± 8,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	3,7 ± 0,5	8,0 ± 0,0	7,1 ± 0,2
8000 H/Litro + 100% + (2:1 aire agua)	23,6 ± 0,0	22,6 ± 0,4	100,0 ± 0,0	122,5 ± 18,3	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	3,6 ± 0,1	8,0 ± 0,0	7,2 ± 0,1
8000 H/Litro + 150% +(1:1 aire agua)	23,6 ± 0,0	22,6 ± 0,5	150,0 ± 0,0	105,6 ± 4,4	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	4,0 ± 0,2	8,0 ± 0,0	7,1 ± 0,1
8000 H/Litro + 150% + (2:1 aire agua)	23,6 ± 0,0	22,2 ± 0,6	150,0 ± 0,0	133,6 ± 9,2	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	3,8 ± 0,2	8,0 ± 0,0	7,1 ± 0,0

En la tabla 17, se muestran los parámetros ambientales medidos antes y después de la simulación de transporte. La temperatura promedio se mantuvo en 23°C, la saturación de oxígeno se mantuvo entre 99,5 y 155% después del periodo de simulación, en tanto al pH hubo una disminución de 8 a 7. De los análisis de calidad de agua realizados, el nitrato no varió tanto al inicio como al final, en cambio el nitrógeno amoniacal total "TAN", incremento al finalizar la experimentación en todos los tratamientos sin que se registren diferencias estadísticas ( $P > 0,05$ ), lo que indicaría que no hubo influencia sobre la supervivencia en algún tratamiento específico.

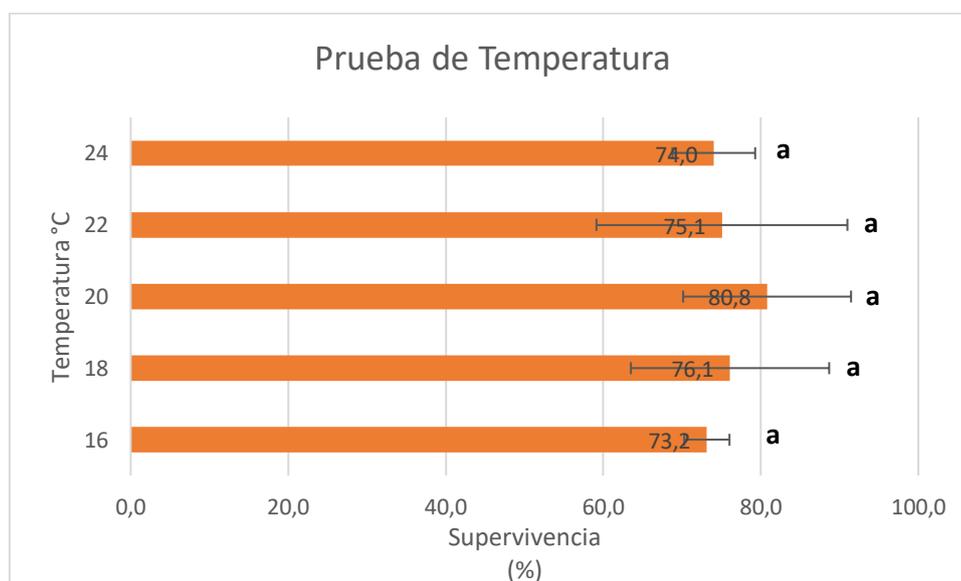
### 3.1.3 Prueba 3 Temperatura

En la Tabla 18., se muestran los resultados que se generaron por la experimentación empleando 5 diferentes temperaturas. No existieron diferencias significativas entre las temperaturas usadas por lo cual se puede trabajar con cualquiera para la transportación.

**Tabla 17. Resultados de supervivencia con tratamientos sometidos a densidades de 5000 H/Litros, empleando temperaturas 16, 18, 20, 22 y 24 °C. Los valores medios y desviación estándar (media ± DS) con letras indican que no existe diferencia significativa realizada por medio de (Prueba de Tukey, P<0,05). Fuente: (Ramos, 2021)**

Tratamiento	Supervivencia %
Temperaturas	
16°C	73,2 ± 2,9 <sup>a</sup>
18°C	76,1 ± 12,6 <sup>a</sup>
20°C	80,8 ± 10,7 <sup>a</sup>
22°C	75,1 ± 15,9 <sup>a</sup>
24°C	74,0 ± 5,3 <sup>a</sup>

En la Figura 1, se puede verificar lo revisado en la tabla 14, donde las supervivencias son similares, aunque las pruebas a 16°C y 24°C presentan menor variación entre réplicas.



**Figura 1. Prueba de temperatura. Los valores medios y desviación estándar (media ± DS) con letras indican que no existe diferencia significativa por medio de la (Prueba de Tukey, P<0.05). Fuente: (Ramos, 2021)**

En tanto a esta prueba testigo realizada, se pudo verificar el proceso de aclimatación en que se alcanzaron las temperaturas deseadas, la cual inicio a temperatura de 24°C, y mientras se instauro en cada una de las áreas, Así la de 16°C se alcanzó en 9 horas, mientras tanto la de 18, 20°C en 7 horas, y la de 22°C en un tiempo de 12 horas.

**Tabla 18. Resultados de parámetros considerados parade la evaluación de la prueba de temperatura. Fuente: (Ramos, 2021)**

Tratamiento	Temperatura (°C)		Oxígeno (%)		NO2		TAN		pH	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
16	24,2 ± 0,0	17,7 ± 0,8	100,0 ± 0,0	172,1 ± 13,8	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,1	0,0 ± 0,0	0,1 ± 0,1	8,3 ± 0,0	7,9 ± 0,0
18	24,2 ± 0,0	18,5 ± 0,4	100,0 ± 0,0	187,5 ± 4,1	0,0 ± 0,0	0,1 ± 0,1	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	8,3 ± 0,0	7,9 ± 0,0
20	24,2 ± 0,0	20,6 ± 0,3	100,0 ± 0,0	169,4 ± 10,1	0,0 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	8,3 ± 0,0	7,9 ± 0,0
22	24,2 ± 0,0	22,4 ± 0,1	100,0 ± 0,0	150,4 ± 18,4	0,0 ± 0,0	0,1 ± 0,1	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	8,3 ± 0,0	7,8 ± 0,0
24	24,2 ± 0,0	23,5 ± 0,4	100,0 ± 0,0	131,4 ± 12,7	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,1	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	8,3 ± 0,0	7,7 ± 0,0

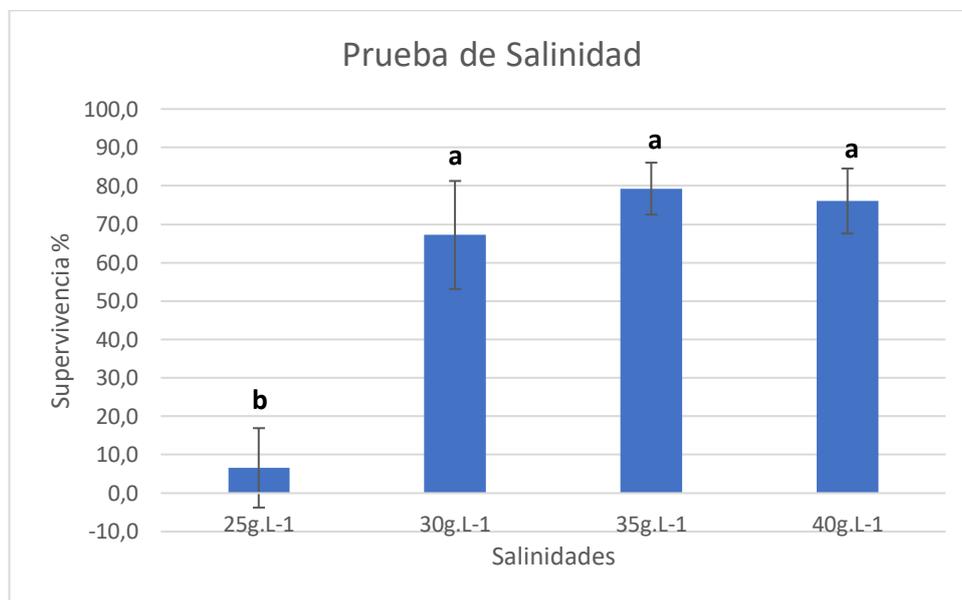
Como el mejor resultado de la experimentación se escogió al tratamiento con temperatura de 24°C, ya que se pudo verificar la mejor supervivencia en término de la menor desviación estándar (menor variación entre réplicas). Además, el uso de materiales refrigerantes o la temperatura del avión (para distancias largas) pueden ayudar a que el nivel de temperatura no disminuya drásticamente manteniéndose dentro del rango de tolerancia de la especie, sin que afecte su supervivencia.

### 3.1.4 Prueba 4 Salinidad

No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos 30, 35, 40 g\*L-1, en tanto a 25 g\*L-1 si resultó significativamente menor ( $P < 0,05$ ) a los demás tratamientos (Tabla 20. Figura 2). Lo que indicaría que el huayaípe es una especie específicamente marina que soporta salinidades de agua de mar (30 – 40 g.L<sup>-1</sup>) como lo indican (Reinoso, Mora-Pinargote, Bohórquez-Cruz, Sonneholzner, & Arguello-Guevara, 2019). Además, el desarrollo embrionario y la incubación (en condiciones controladas) siempre es mejor en las mismas condiciones donde ocurrieron los desoves.

**Tabla 19. Resultados de prueba de salinidad, con tratamientos sometidos a densidades de 5000 H/Litros, empleando salinidades de 25, 30, 35, 40 g\*L-1. Los valores medios y desviación estándar (media ± DS) con letras diferentes indican que existe diferencia significativa realizada por medio de (Prueba de Tukey, P<0.05). Fuente: (Ramos, 2021).**

Tratamiento	Supervivencia %
<b>Salinidad</b>	
25g.L <sup>-1</sup>	6,6 ± 10,3 <sup>b</sup>
30g.L <sup>-1</sup>	67,2 ± 14,1 <sup>a</sup>
35g.L <sup>-1</sup>	79,3 ± 6,8 <sup>a</sup>
40g.L <sup>-1</sup>	76,1 ± 8,5 <sup>a</sup>



**Figura 2. Prueba de Salinidades Los valores medios y desviación estándar (media ± DS) con letras diferentes indican que existe diferencia significativa por medio de la (Prueba de Tukey, P<0,05). Fuente: (Ramos, 2021).**

En esta prueba, se midieron los parámetros descritos en la tabla 16, donde se observa que la temperatura se mantuvo entre 24-23°C, los oxígenos se mantuvieron alto por encima de 100%, en tanto al nitrito en el tratamiento de 25 g\*L-1 se registra un incremento, al igual que el nitrógeno amoniacal total que también existió un incremento en todos los tratamientos.

**Tabla 20. Resultados de parámetros considerados para la evaluación de la prueba de Salinidades. Fuente: (Ramos, 2021).**

Tratamiento	Temperatura (°C)		Oxígeno (%)		NO <sub>2</sub>		TAN		pH	
	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
25	24,8 ± 0,0	23,8 ± 0,5	100,0 ± 0,0	117,7 ± 21,6	0,2 ± 0,2	4,9 ± 0,3	0,0 ± 0,0	0,1 ± 0,0	8,3 ± 0,0	7,2 ± 0,0
30	24,6 ± 0,0	23,7 ± 0,2	100,0 ± 0,0	145,8 ± 15,0	0,3 ± 0,2	2,1 ± 0,2	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	8,2 ± 0,0	7,3 ± 0,2
35	24,8 ± 0,0	23,7 ± 0,2	100,0 ± 0,0	159,1 ± 15,5	0,3 ± 0,1	1,7 ± 0,2	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	8,3 ± 0,0	7,4 ± 0,0
40	24,6 ± 0,0	23,8 ± 0,5	100,0 ± 0,0	138,0 ± 3,2	0,6 ± 0,4	2,1 ± 0,2	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	8,2 ± 0,0	7,4 ± 0,0

### 3.2 Desinfección

En la tabla 22, se presentan los resultados en base a la evaluación microbiológica realizada a las muestras de huevos que fueron desinfectados a varias concentraciones. No hubo diferencias entre tratamientos versus el control para bacterias totales, sin embargo, los resultados de vibrios totales fueron variables entre réplicas de un mismo tratamiento (datos no mostrados), sin embargo, los valores variaron entre  $< 100$  y  $7 \times 10^2$  UFC, siendo el control y Glu-100-10 quienes registraron mayor UFC de vibrios totales. En trabajos anteriores se ha reportado el uso de otros desinfectantes con mayor tiempo de exposición (referencias) e inclusive con glutaraldehído a mayores concentraciones (referencias). Es necesario que se continúe con evaluaciones de los mejores desinfectantes que minimicen el riesgo de la presencia de bacterias.

**Tabla 21. Cuantificación de bacterias totales (UFC, unidades formadoras de colonia). Los valores medios y desviación estándar (media  $\pm$  DS) con letras similares indican que no existe diferencia significativa realizada por medio de (Prueba de Tukey,  $P < 0.05$ ). Fuente: (Ramos, 2021).**

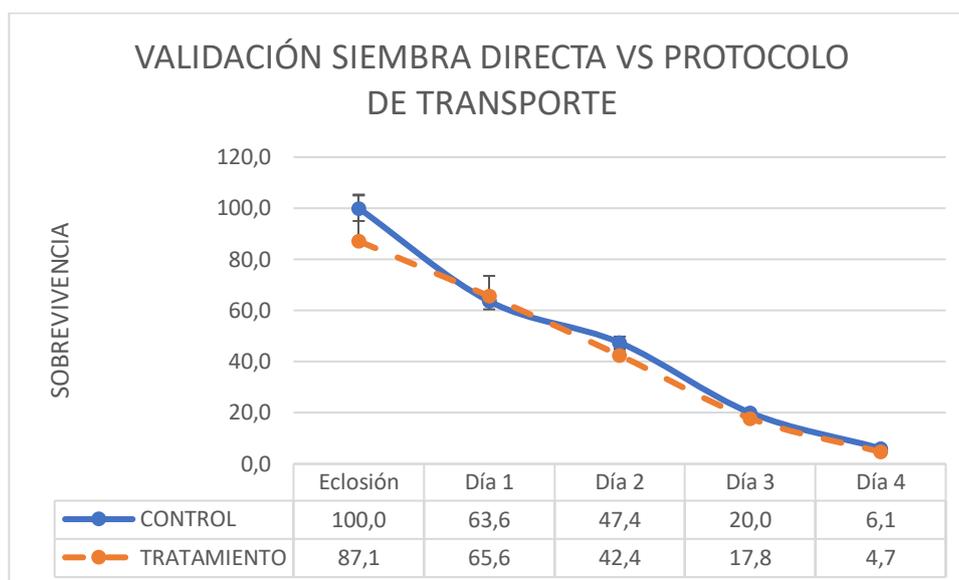
Tratamiento	Bacterias totales UFC
<b>Desinfectante</b>	
<b>Control</b>	1,28E+05 $\pm$ 1,15E+05 <sup>a</sup>
<b>Glu-100-10</b>	1,00E+04 $\pm$ 4,59E+03 <sup>a</sup>
<b>Glu-200-5</b>	1,47E+05 $\pm$ 2,54E+05 <sup>a</sup>
<b>Glu-200-10</b>	8,37E+03 $\pm$ 1,35E+04 <sup>a</sup>

### 3.3 Validación

En la tabla 23, figura 3, se pueden visualizar los resultados obtenidos en la prueba de validación, en la cual se denota una similitud en base a los resultados, y no existe diferencias significativas entre los dos métodos tanto en siembra directa como simulación con transporte

**Tabla 22. Resultados de la prueba de validación con control (siembra directa) y tratamiento (simulación de transporte por 12 horas, con posterior siembra). Los valores medios y desviación estándar (media  $\pm$  DS) con letras similares indican que no existe diferencia significativa realizada por medio de (Prueba de Tukey,  $P < 0,05$ ). Fuente: (Ramos, 2021)**

Evaluación	Control	Tratamiento
<b>Eclósión</b>	100,0 $\pm$ 0,0	87,1 $\pm$ 18,2
<b>Día 1</b>	63,6 $\pm$ 4,8	65,6 $\pm$ 7,9
<b>Día 2</b>	47,4 $\pm$ 12,9	42,4 $\pm$ 1,7
<b>Día 3</b>	20,0 $\pm$ 4,5	17,8 $\pm$ 3,1
<b>Día 4</b>	6,1 $\pm$ 0,8	4,7 $\pm$ 1,3



**Figura 3. Validación. Los valores medios y desviación estándar (media  $\pm$  DS) con letras diferentes indican que existe diferencia significativa por medio de la (Prueba de Tukey,  $P < 0,05$ ). Fuente: (Ramos, 2021).**

### 3.4 Costos

El presupuesto referencial del presente proyecto se muestra en la tabla 20. Se analizaron todos los materiales usados en la experimentación que forman parte de los costos fijos, se obtuvo un costo total de \$2887.94.

En tanto al envío se evaluaron los precios del mercado en base a vuelos y logística hacia Panamá. Se determinó un valor total por \$5315.00 (Tabla 21).

**Tabla 20. Costos Fijos. Fuente: (Ramos, 2021).**

<b>Costos Fijos</b>			
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Costos Unitarios</b>	<b>Total</b>
<b>Costos materiales</b>			
4	Mangueras de silicona por metro	0,50	2,00
2	Tanques de oxígeno 6 m3	300,00	600,00
1	Oxígenometro	1170,00	1170,00
4	Piedras difusoras	2,25	9,00
2	Paquete de 100 fundas plásticas 10x16	8,50	17,00
2	Manómetro	45,00	90,00
1	Paquetes de ligas de amarre por kilo	27,00	27,00
10	Cajas de cartón (15x15x15) cm	1,80	18,00
1	Medidor de pH	185,00	185,00
1	Refractómetro	24,00	24,00
10	Jarras de 3 litros	2,25	22,50

5	Baldes de 15L	6,50	32,50
4	Cinta de embalaje	0,86	3,44
2	Glutaraldehído por galón	11,75	23,50
1	Mallas de 0,5 micras por metro	60,00	60,00
1	Filtro UV	579,00	579,00
	Varios	25,00	25,00
<b>Total:</b>			2887,94

**Tabla 21. Costos de envío y logística. Fuente: (Ramos, 2021).**

	<b>Actividades</b>	<b>Costos (\$)</b>	
1	Traslado de CENAIM a Aeropuerto de Santa Elena (Camión)	65,00	65,00
1	Traslado de Aeropuerto de Santa Elena a Aeropuerto de Guayaquil	250,00	250,00
1	Traslado de Aeropuerto de Guayaquil a Aeropuerto de Panamá	5000,00	5000,00
<b>Total</b>			5315,00

El costo de producción es de \$500 por cada 100.000 huevos. Según los datos proporcionados por CENAIM, se produce alrededor de unos 3000000 de huevos por semana, lo cual generaría una ganancia de \$11.000 de utilidad semanalmente para la empresa que desarrolle el envío de huevos a diferentes destinos requeridos. (Tabla 22)

**Tabla 22. Ganancias generadas por la venta de los huevos de Huayaipé (*Seriola rivoliana*). Fuente: (Ramos, 2021).**

<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Costo Unitario (\$)</b>	<b>Total (\$)</b>
3'000.000	Lote de 100,000 huevos de Huayaipé ( <i>Seriola rivoliana</i> )	500,00	15.000,00
<b>Total</b>			15.000,00

# CAPÍTULO 4

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La investigación y experimentación del proyecto “Diseño de un protocolo para el transporte de huevos de Huayaípe (*Seriola rivoliana*) en su fase de pre-eclosión” se orientó principalmente en encontrar las mejores condiciones de temperatura, salinidad, volumen de agua, densidad y saturación de oxígeno mediante experimentación. En base a estos resultados se realizó la validación del protocolo para determinar la eficacia de este.

### 4.1 Conclusiones

La información acerca de transporte de huevos de Huayaípe es relativamente escasa, pero la experimentación realizada se pudo ejecutar gracias a la información recopilada de otras especies como Salmón (Burrows, 1949), lubina blanca (Stuarta, Losordo, Olin, & Puente, 2018) entre otros, cuyas fuentes aplicaron varios tipos de parámetros a evaluar, como la temperatura, salinidad, densidad por litro y saturación de oxígeno.

En base a la mejor supervivencia alcanzada en la experimentación se estableció una densidad de 5000 huevos/Litro, a 24 °C, 35 ppt y a 100% de saturación de oxígeno y con doble llenado. Además, un tratamiento de desinfección con glutaraldehído a 200 ppm durante 10min.

### 4.2 Recomendaciones

Para la implementación de este protocolo es recomendable tener un lote de reproductores adaptados al cautiverio previamente, ya que la disponibilidad de huevos dados por los desoves debe ser constante, de esta forma se tendrá la disponibilidad de huevos para el transporte cuando se requiera.

En el momento de la recolección de huevos se recomienda agilitar la salida de estos del estanque, debido a que cada hora que pasen los huevos fecundados su desarrollo embrionario sigue. Para esto, en los estanques se aumenta el flujo de agua utilizando un

tipo de flautas que ayudan a inyectar el agua superficialmente en el estanque lo que acelera el flujo de salida.

# BIBLIOGRAFÍA

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- Arias, A. M. (1984). Los esteros de las salinas de San Fernando (Cádiz, España) y el cultivo extensivo de peces marinos. Paris: INRA. Laquaculture du Bar et des Sparidés. Institut National de la Recherche Agronomique.
- Barile, J. E. (2016). Efecto del pH sobre la supervivencia embrionaria, periodo embrionario y de eclosión de *Galaxias maculatus*. *Revista de biología marina y oceanografía*, 181-185.
- Blacio, E. (28 de Febrero de 2005). *Dspace*. Obtenido de Dspace: <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/8431/1/bquinc123.pdf>
- Bocek, A. (s.f.). *Transporte de peces*. Alabama: International Center for Aquaculture.
- Burrows, R. E. (July de 1949). RECOMMENDED METHODS FOR FERTILIZATION, TRANSPORTATION, AND CARE OF SALMON EGGS. Leavenworth, Washington , United States.
- Chang, Y. F. (1978). Fish Production in China. Transportation of Fish Eggs, Fry and Young. *OFFICE OF THE CHIEF OF ENGINEERS (ARMY) WASHINGTON DC*.
- Colesante, R. T. (1996). Transportation and handling of walleye eggs, fry, fingerlings, and broodstock. *Walleye Culture Manual*, 79-83.
- Espinoza, N., Escala, E., & Blacio Game, J. E. (3 de Marzo de 2009). *Dspace*. Obtenido de Dspace: <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/1700>
- FAO. (1981). El transporte en la propagación de peces . ROMA.
- FAO. (2019). *Starnet*. Obtenido de Starnet: <http://www.starnet.com.ec/pesnusan/index.php/es/huayaipe.html>
- FAO. (2020). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2020. La sostenibilidad en acción. Roma.
- Fuentes, L. I. (2011). Métodos de transporte de paralarvas y adultos de pulpo *Octopus vulgaris* Cuvier. *Instituto Español de Oceanografía*, 155-162.
- J, M. (2005). Manual de la pesca blanca 45 especies de interes comercial. Asociación de Exportadores de pesca Blanca del Ecuador. *ASOEXPLEBA*, 174.

- Laird, L. M. (1979). A method for improving the survival of fish eggs during transportation. *Aquaculture Research*, 129-132.
- Merck KGaA, Darmstadt, Alemania y/o sus filiales. (2022). *MERCK*. Obtenido de [https://www.sigmaaldrich.com/EC/es/product/sigma/f8016?gclid=EAlaIQobChMIurutmuvZ9QIVibKGCh0zcgsmEAYASAAEgJIG\\_D\\_BwE](https://www.sigmaaldrich.com/EC/es/product/sigma/f8016?gclid=EAlaIQobChMIurutmuvZ9QIVibKGCh0zcgsmEAYASAAEgJIG_D_BwE)
- Omeji, S. A. (2017). Stress concept in transportation of live fishes—a review. *Journal of Research in Forestry, Wildlife and Environment*, 57-64.
- Orvay, F. C. (1993). Acuicultura: historia, evolución y situación actual. *Acuicultura marina: fundamentos biológicos y tecnología de la producción*, Vol 4.
- Patrick, G. T.-F. (2019). Disinfection of almaco jack (*Seriola rivoliana* Valenciennes) eggs. *Aquaculture Research*, 3793-3801.
- Quevedo, A. A. (1996). Cultivo de peces marinos. Estudio del potencial pesquero y acuícola. Baja California Sur.
- Ramos, S. (2021). *Diseño de un Protocolo para el Transporte de Huevos de Huayaipé hasta antes de la eclosión*. Santa Elena.
- Schlegel, T. &. (1845). *Seriola quinqueradiata*.
- Sinche, F., & Blacio, V. V. (2005). *Dspace*. Obtenido de Dspace: <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/1752/1/3423.pdf>
- Stuarta, K., Losordo, M., Olin, P., & Puente, M. (24 de May de 2018). Optimizing procedures for shipping marine fish eggs using white seabass, *Atractoscion nobilis*, as a model. San Diego, California, United States.
- Tucker Jr, J. W. (1998). Marine fish culture. *Springer Science & Business Media*.

# APÉNDICES



**Anexo 1. Desove y recolección de huevos.**



**Anexo 2. Conteo de huevos.**



**Anexo 3. Saturación de oxígeno en agua 100, 150, 200%.**



**Anexo 4. Colocación de huevos en funda con la saturación**



**Anexo 5. Recolección de muestra para conteo.**



**Anexo 6. Reconocimiento de muestras después de 24 horas**



**Anexo 7. Recolección de muestra de agua para posteriores análisis de calidad de agua.**



**Anexo 8. Filtrado de huevos para el conteo.**



**Anexo 9. Reconocimiento y conteo de huevos viables y no viables.**



**Anexo 10. Desinfección y enjuague.**



**Anexo 11. Validación con siembra directa vs simulación de transporte.**

## EVALUADORES

.....  
**Wilfrido Arguello Guevara PhD.**

TUTOR/PROFESOR DE LA MATERIA



Firmado electrónicamente por:  
**WILFRIDO ERNESTO  
ARGUELLO GUEVARA**

.....  
**Marcelo Muñoz Naranjo PhD.**

PROFESOR CO-TUTOR