



**Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión**

**Facultad de Ingeniería Pesquera  
Escuela Profesional de Ingeniería Acuícola**

**Obtención de los criterios de eclosión de cistes de artemias de la laguna de Chilca en  
laboratorio, Huacho 2024**

**Tesis**

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Acuícola

**Autora**

Angelica Jimena Huamacto Artica

**Asesor**

Dr. Héctor Romero Camarena



**Huacho – Perú**

**2026**



**Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales**

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

**Reconocimiento:** Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



# UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

## LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

FACULTAD DE INGENIERIA PESQUERA / ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA ACUICOLA

### METADATOS

DATOS DEL AUTOR (ES):		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
Huamacto Artica Angelica Jimena	75657546	30/04/2026
DATOS DEL ASESOR:		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	CÓDIGO ORCID
Romero Camarena, Héctor	15757045	<a href="https://orcid.org/0009-0009-0518-5829">https://orcid.org/0009-0009-0518-5829</a>
DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO:		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	CODIGO ORCID
Calderon De Los Rios, Helber Danilo	15600811	<a href="https://orcid.org/0000-0003-3241-5107">https://orcid.org/0000-0003-3241-5107</a>
Navarro Rojas, Juan Eduardo	15958780	<a href="https://orcid.org/0000-0002-6204-6157">https://orcid.org/0000-0002-6204-6157</a>
Veliz Montes, Hugo Alejandro	15582752	<a href="https://orcid.org/0009-0000-3594-2442">https://orcid.org/0009-0000-3594-2442</a>

# Angelica Jimena Huamacto Artica

## Obtención de los criterios de eclosión de cistes de artemias de la laguna de Chilca en laboratorio, Huacho 2024

UNIDAD DE INVESTIGACION FIP - PREGRADO 2026

UNIDAD DE INVESTIGACION FIP

Facultad de Ingeniería Pesquera

### Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::1:3471234020

Fecha de entrega

2 feb 2026, 10:57 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

2 feb 2026, 11:19 a.m. GMT-5

Nombre del archivo

TESIS\_HUAMACTO\_1.pdf

Tamaño del archivo

2.2 MB

77 páginas

16.061 palabras

94.790 caracteres

## 20% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...




### Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Coincidencias menores (menos de 8 palabras)

### Exclusiones

- N.º de coincidencias excluidas

### Fuentes principales

- 19%  Fuentes de Internet
- 6%  Publicaciones
- 5%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

### Marcas de integridad

#### N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis con todo mi cariño y gratitud a quienes han sido mi respaldo incondicional en este camino.

A mis padres, por su amor, apoyo y sacrificios que me han inspirado a seguir adelante.

A mi familia y amigos, por su compañía y motivación en cada paso del proceso.

A mis profesores y mentores, especialmente al doctor Héctor Romero Camarena, por su guía, sabiduría y dedicación que han enriquecido mi aprendizaje.

A todos aquellos que, de una u otra forma, han contribuido a hacer posible la realización de este sueño. Esta obra es también un reflejo de su confianza y aliento.

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento al Dr. Héctor Romero Camarena por su invaluable asesoría, apoyo y guía a lo largo de todo este proceso de elaboración de mi tesis. Su conocimiento, paciencia y dedicación han sido fundamentales para la realización de este trabajo, brindándome siempre un espacio de confianza y motivación para superar los desafíos que enfrenté. Aprecio sinceramente su compromiso y la disposición constante para ofrecerme orientación, así como por compartir su experiencia y sabiduría en cada etapa del proyecto. Gracias por confiar en mí y por impulsarme a alcanzar mis metas académicas, lo cual ha sido una fuente de inspiración y crecimiento personal. Sin su apoyo, este logro no habría sido posible. Es un honor contar con un asesor tan dedicado y profesional como usted.

A mi familia, por su amor, comprensión y motivación incondicionales. Gracias por creer en mí y brindarme el respaldo necesario en los momentos de dificultad.

A mis amigos y colegas, por su compañía, ánimo y por compartir sus conocimientos, que enriquecieron significativamente esta investigación.

Y a todas aquellas personas que, de alguna manera, han contribuido a la realización de esta tesis. A todos ustedes, mi más sincero agradecimiento.

## ÍNDICE

DEDICATORIA .....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
ÍNDICE.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS .....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN .....	xi
ABSTRACT.....	xii
INTRODUCCIÓN .....	xiii
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	15
1.1. Descripción del Problema .....	15
1.2. Formulación del problema de investigación .....	17
1.2.1. Problema general .....	17
1.2.2. Problemas específicos .....	17
1.3. Objetivos de la investigación .....	17
1.3.1. Objetivo general.....	17
1.3.2. Objetivos específicos .....	17
1.4. Justificación de la investigación .....	17
1.5. Delimitación del estudio .....	19
1.5.1. Delimitación espacial.....	19
1.5.2. Delimitación temporal .....	20
1.6. Viabilidad del estudio .....	20
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....	22
2.1. Antecedentes de la investigación .....	22
2.1.1. Antecedentes Internacionales .....	22
2.1.2. Antecedentes Nacionales.....	31
2.2. Bases teóricas.....	36
2.1.1. De la especie en estudio:.....	36
2.1.2. Clasificación taxonómica.....	36
2.1.3. Morfología y ciclo vital .....	37
2.1.4. Distribución.....	39
2.1.5. Criterios de eclosión .....	40
2.1.6. Definición de términos básicos.....	42
2.2. Hipótesis de la investigación.....	43
2.2.1. Hipótesis general.....	43
2.2.2. Hipótesis específicas.....	43

2.2.3. Operacionalización las Variables.....	43
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA .....	46
3.1. Diseño metodológico .....	46
3.1.1. Tipo de investigación.....	46
3.1.2. Nivel de Investigación .....	46
3.1.3. Diseño de investigación .....	46
3.1.4. Enfoque .....	47
3.2. Población y muestra.....	47
3.2.1. Población.....	47
3.2.2. Muestra .....	47
3.3. Técnicas de recolección de datos .....	48
3.4. Técnicas de recolección de datos .....	48
3.4.1. Área de estudio .....	48
3.4.2. Acondicionamiento de laboratorio.....	49
3.5. Técnicas de procesamiento de información .....	49
CAPÍTULO IV: RESULTADOS .....	51
4.1. Análisis de resultados .....	51
4.2. Contrastación de hipótesis .....	57
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN .....	62
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	67
6.1. Conclusiones .....	67
6.2. Recomendaciones .....	68
CAPÍTULO VII: REFERENCIAS .....	70
7.1. Fuentes bibliográficas .....	70
7.2. Fuentes hemerográficas .....	72
7.3. Fuentes electrónicas .....	72
ANEXOS .....	73

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> <i>Operacionalización de las variables</i> .....	41
<b>Tabla 2:</b> <i>Parámetros físico-químicos del agua</i> .....	49
<b>Tabla 3:</b> <i>Estudio hidrogeológico del agua</i> .....	49
<b>Tabla 4:</b> <i>Porcentaje de eclosión</i> .....	51
<b>Tabla 5:</b> <i>Eficiencia de eclosión</i> .....	51
<b>Tabla 6:</b> <i>Tasa de eclosión</i> .....	52
<b>Tabla 7:</b> <i>Biomasa de eclosión</i> .....	55
<b>Tabla 8:</b> <i>Prueba de normalidad</i> .....	55
<b>Tabla 9:</b> <i>Prueba estadística de T-Student</i> .....	58

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> <i>Laguna de Chilca</i> .....	17
<b>Figura 2:</b> <i>Diseño de la investigación</i> .....	42
<b>Figura 3:</b> <i>Valores de porcentaje de eclosión (H)</i> .....	50
<b>Figura 4:</b> <i>Valores de eficiencia de eclosión (HE)</i> .....	51
<b>Figura 5:</b> <i>Valores de la tasa de eclosión (HR)</i> .....	52
<b>Figura 6:</b> <i>Valores de la biomasa de eclosión (HO)</i> .....	53
<b>Figura 7:</b> <i>Laguna La Milagrosa</i> .....	69
<b>Figura 8:</b> <i>Muestra de agua de la Laguna La Milagrosa</i> .....	69
<b>Figura 9:</b> <i>Recolección de muestras de cistes de artemia</i> .....	70
<b>Figura 10:</b> <i>Análisis del agua de la laguna La Milagrosa</i> .....	70
<b>Figura 11:</b> <i>Conteo de cistes de artemia</i> .....	71
<b>Figura 12:</b> <i>Implementación de oxígeno e iluminación</i> .....	71
<b>Figura 13:</b> <i>Tamizado de nauplios de artemias</i> .....	72
<b>Figura 14:</b> <i>Proceso de filtrado de nauplios de artemias</i> .....	72
<b>Figura 15:</b> <i>Biomasa de nauplios de artemias</i> .....	73

## RESUMEN

La presente investigación se centró en determinar los quistes de *Artemia sp.* provenientes de la laguna de Chilca, Perú, con el objetivo de obtener los criterios de eclosión de los cistes de artemia de dicha laguna bajo condiciones de laboratorio en Huacho, durante el año 2024.

Se realizó una revisión bibliográfica que incluyó antecedentes internacionales y nacionales sobre la fisiología y los criterios de evaluación de Artemia, además de un análisis de las condiciones ambientales de la laguna de Chilca. La metodología experimental consistió en la recolección, limpieza, secado y almacenamiento de los quistes, seguida de incubaciones bajo condiciones controladas de salinidad, temperatura, pH y oxígeno, con el propósito de medir parámetros como el porcentaje de eclosión (H%), la eficiencia de eclosión (HE), la tasa de eclosión (HR) y la biomasa de eclosión (HO). Los resultados mostraron que la temperatura óptima para la eclosión fue de 25 °C, con una salinidad de 35 ppm, logrando porcentajes de eclosión cercanos al 87 %, una eficiencia superior a 131,934 nauplios por gramo de quistes y una tasa de eclosión aproximada de 7,5 horas. Los análisis estadísticos confirmaron la homogeneidad y la reproducibilidad de los resultados obtenidos.

Con base en estos hallazgos, se concluye que es factible producir en laboratorio quistes de Artemia de alta calidad provenientes de la laguna de Chilca, lo que favorecerá la sostenibilidad y el desarrollo de la acuicultura en la región. Asimismo, la aplicación de los protocolos establecidos permitirá optimizar la producción de alimento vivo, reducir costos y dependencias externas, y promover la conservación de los recursos naturales.

**Palabras clave:** Artemia salina, criterios de eclosión, calidad del quiste, acuicultura, Laguna de Chilca, laboratorio.

## ABSTRACT

The present research focused on determining the hatching criteria of *Artemia* spp. cysts from the Chilca Lagoon, Peru, with the objective of establishing the hatching parameters of *Artemia* cysts from the Chilca Lagoon under laboratory conditions in Huacho, 2024.

A literature review was conducted, including both national and international studies on the physiology and evaluation criteria of *Artemia*, as well as an analysis of the environmental conditions of the Chilca Lagoon. The experimental methodology involved the collection, cleaning, drying, and storage of cysts, followed by incubations under controlled conditions of salinity, temperature, pH, and oxygen to measure parameters such as hatching percentage (H%), hatching efficiency (HE), hatching rate (HR), and hatching biomass (HO).

The results showed that the optimal hatching temperature was 25°C, with a salinity of 35 ppm, achieving hatching percentages close to 87%, an efficiency of over 131,934 nauplii per gram of cysts, and a hatching rate of approximately 7.5 hours. Statistical analyses confirmed the homogeneity and reproducibility of the results.

Based on these findings, it is concluded that it is feasible to produce high-quality *Artemia* cysts in laboratory conditions using specimens from the Chilca Lagoon, which will support the sustainability and development of aquaculture in the region. The application of the established protocols will optimize live feed production, reduce costs and external dependencies, and promote the conservation of natural resources.

**Keywords:** *Artemia salina*, hatching criteria, cyst quality, aquaculture, Chilca Lagoon, laboratory.

## INTRODUCCIÓN

La acuicultura ha emergido como una de las actividades productivas más relevantes para la seguridad alimentaria y el desarrollo económico sostenible en América Latina y el mundo. En este contexto, la utilización de organismos vivos como fuente de alimento para larvas y juveniles de diferentes especies acuícolas resulta fundamental, ya que su calidad y disponibilidad influyen directamente en el éxito de los procesos de reproducción, crecimiento y supervivencia de los organismos cultivados. Entre estos organismos, la *Artemia spp.* se destaca por sus propiedades nutricionales, su resistencia a condiciones extremas y su capacidad de producir quistes que pueden almacenarse y utilizarse como fuente de alimento en distintas etapas de la cría acuícola.

En el Perú, la laguna de Chilca, ubicada en la costa central, representa un ecosistema de gran importancia por la abundancia de *Artemia spp.* que allí habitan. Sin embargo, a pesar de su potencial, aún existen limitaciones en el conocimiento sobre la calidad de los quistes presentes en esta laguna y sobre los factores que influyen en su capacidad de eclosión. La variabilidad en la calidad de los quistes, afectada por condiciones ambientales y antropogénicas, puede generar pérdidas económicas y reducir la eficiencia de las operaciones acuícolas que dependen de este recurso.

El control y la optimización de los criterios de eclosión de los quistes de *Artemia* son aspectos cruciales para garantizar una producción eficiente y de calidad en laboratorio, permitiendo la generación de una fuente de alimento confiable, sostenible y económica para la acuicultura regional. La determinación de las condiciones óptimas de incubación, tales como la temperatura, la salinidad, el pH y los niveles de oxígeno, junto con la aplicación de tratamientos adecuados, permitirá establecer protocolos reproductivos que aseguren altos porcentajes de eclosión, eficiencia y biomasa de nauplios, aspectos fundamentales para el fortalecimiento de las actividades acuícolas en la región.

Por ello, la presente investigación se propone determinar los criterios de eclosión de los quistes de *Artemia spp.* provenientes de la laguna de Chilca, bajo condiciones controladas de laboratorio en Huacho durante el año 2024. A través de un enfoque científico y sistemático, se busca contribuir al conocimiento técnico y biológico sobre las características de esta especie en la zona, optimizando su aprovechamiento como recurso biológico y promoviendo el desarrollo de una acuicultura más sostenible, eficiente y competitiva en el Perú.

## CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. Descripción del Problema

El crecimiento sostenido de la acuicultura en América Latina y el Caribe, orientado principalmente al cultivo de especies de alto valor comercial como peces, moluscos y crustáceos bajo sistemas de manejo controlado, ha incrementado la necesidad de asegurar elevados niveles de producción y supervivencia de semillas en esquemas semiintensivos e intensivos, lo que obliga a profundizar en el conocimiento y desarrollo de alternativas eficientes para la producción masiva de alimento vivo. Esta necesidad cobra especial relevancia debido a que el alimento natural continúa siendo insustituible en las etapas tempranas de cultivo, ya que el uso de dietas artificiales mal formuladas o nutricionalmente incompletas suele generar elevados índices de mortalidad, comprometiendo el desempeño productivo de los sistemas acuícolas.

En nuestro medio se comercializan diversas cepas de quistes de diferentes calidades a precios elevados que pueden bordear entre 200 y 300 dólares americanos por una lata de media libra de quistes procedentes de lugares como Chaplin Lake (Canadá), Great Salt Lake (Utah, EE. UU.), San Francisco (EE. UU.) y Macau (Brasil), además de incluir quistes nacionales provenientes de la laguna de Chilca. Muchas de estas cepas no poseen la calidad que los acuicultores requieren, lo que genera graves consecuencias económicas debido a las pérdidas de dinero y a la alta mortalidad de larvas y/o alevines de peces en las hatcheries.

A pesar de que existen artemias en las lagunas de Chilca, no se conoce la calidad de dichos quistes; por ello, el presente trabajo tiene como propósito determinar los criterios de eclosión, que permitirán evaluar la calidad de los quistes de las artemias salinas de la laguna de Chilca, Perú, un recurso de gran abundancia y relevancia para la acuicultura.

La laguna de Chilca, ubicada en la costa central del Perú, presenta un ecosistema único que sustenta una población significativa de *Artemia spp.*, organismos altamente valorados en

la acuicultura por su riqueza nutricional y su notable capacidad de adaptación a condiciones extremas (Cabrera et al., 2019). Sin embargo, la calidad de los quistes de artemia, que a menudo se utilizan como alimento vivo en el cultivo de larvas de peces y otros organismos acuáticos, puede verse afectada por diversos factores ambientales y antropogénicos.

Un aspecto crítico es la variabilidad en la calidad de los quistes, la cual puede influir directamente en la tasa de eclosión y en el crecimiento de las larvas. Investigaciones previas han demostrado que la salinidad, la temperatura y la calidad del agua son factores determinantes en la viabilidad de los quistes de artemia (Kakoolaki et al., 2020; Ahsan et al., 2018). Asimismo, la contaminación y el uso de los recursos hídricos para actividades agrícolas e industriales alrededor de la laguna han generado preocupación sobre la pureza y viabilidad de estos quistes (Morales et al., 2021).

Además, la falta de estudios sistemáticos sobre las condiciones óptimas de eclosión y las características físico-químicas del agua en la laguna de Chilca evidencia la necesidad urgente de realizar una evaluación exhaustiva que permita mejorar la producción y calidad de los quistes. Por ello, la investigación debe centrarse en establecer protocolos de eclosión que maximicen la viabilidad de los quistes y, en consecuencia, la calidad del alimento vivo que se utiliza en la acuicultura regional (Valenzuela et al., 2022).

En este contexto, la presente tesis busca determinar los criterios de eclosión y, de esta manera, establecer la calidad de los quistes de artemia bajo condiciones estándar de eclosión en laboratorio, brindando información indispensable para optimizar su aprovechamiento y contribuir al desarrollo sostenible de la acuicultura en la región de Huacho. Se espera que los resultados obtenidos no solo beneficien a los acuicultores locales, sino que también promuevan la conservación de la biodiversidad en la laguna de Chilca.

## **1.2. Formulación del problema de investigación**

### **1.2.1. Problema general**

¿Será posible obtener los criterios de eclosión de cistes de Artemias de la laguna de Chilca en laboratorio, Huacho 2024?

### **1.2.2. Problemas específicos**

¿Será posible medir el porcentaje de eclosión (H%) de los quistes de artemia de la laguna de Chilca?

¿Será posible medir la eficiencia de eclosión (HE) de los quistes de artemia de la laguna de Chilca?

¿Será posible determinar la tasa de eclosión (HR) de los quistes de artemia de la laguna de Chilca?

¿Será posible medir la biomasa de eclosión (HO) de los quistes de artemias de la laguna de Chilca?

## **1.3. Objetivos de la investigación**

### **1.3.1. Objetivo general**

Obtener los criterios de eclosión de los cistes de artemia de la laguna de Chilca en laboratorio, Huacho 2024

### **1.3.2. Objetivos específicos**

Medir el porcentaje de eclosión (H%) de los quistes de artemia de la laguna de Chilca.

Obtener la eficiencia de eclosión (HE) de los quistes de artemia de la laguna de Chilca.

Determinar la tasa de eclosión (HR) de los quistes de artemia de la laguna de Chilca.

Medir la biomasa de eclosión (HO) de los quistes de artemia de la laguna de Chilca.

## **1.4. Justificación de la investigación**

El desarrollo larval de peces marinos y continentales cultivados a escala industrial depende del establecimiento de sistemas adecuados para la crianza masiva de larvas, razón por

la cual los productores de peces deben evaluar su capacidad y las facilidades disponibles para asegurar una producción constante de larvas o semillas.

**Justificación científica:** Dada la evolución de la actividad acuícola, se viene buscando técnicas orientadas a incrementar la producción y productividad de los recursos acuáticos, así como la incorporación de tecnologías y equipos especializados que coadyuven al desarrollo sostenible del sector. En este sentido, el presente trabajo adquiere relevancia porque, al determinar los criterios de eclosión, será posible medir la calidad del quiste de Artemia proveniente de las salinas de Chilca. Para ello, se aplicarán métodos científicos establecidos por el Centro de Referencia de Artemia, considerando los cuatro criterios definidos por el profesor Sorgeloos P. y colaboradores en el Manual para el Cultivo y Uso de Artemia en Acuicultura.

**Importancia académica:** Este trabajo de investigación servirá como modelo de referencia para los estudiantes y docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Acuícola y disciplinas afines, ya que permitirá replicar los procesos para determinar la calidad de quistes de artemia de otras regiones. Asimismo, facilitará la calificación científica de dichos quistes aplicando los mismos métodos y modelos empleados en el presente estudio.

**Justificación económica:** La determinación de la calidad de los quistes de las artemias de Chilca permitirá proyectar el cultivo comercial de cepas locales y orientar la producción masiva de estos quistes para la acuicultura y la acuariología. Ello impulsará el desarrollo de la acuicultura nacional y generará una actividad económica rentable para quienes deseen incursionar en este sector productivo.

**Justificación social:** Si los resultados de la investigación son positivos, se podrá incrementar el número de unidades productivas de alta densidad, lo cual contribuirá al crecimiento económico regional. Este incremento en las empresas dedicadas a la producción

de artemia fomentará la generación de empleo en diversas áreas, incluyendo profesionales del sector, técnicos en manejo de sistemas acuícolas y personal operativo.

**Justificación política:** Considerando que las lagunas de Chilca se encuentran dentro de la jurisdicción de la Región Lima Provincias, área de influencia de nuestra universidad, la investigación contribuirá al conocimiento y aprovechamiento racional de los recursos naturales potenciales, apoyando significativamente el fortalecimiento de la acuicultura nacional.

## **1.5. Delimitación del estudio**

### **1.5.1. Delimitación espacial**

Al realizar la búsqueda de información para la investigación, así como de otros materiales relacionados con los criterios de eclosión de la artemia de las salinas de Chilca, se constató que no existen estudios previos referidos específicamente a este aspecto. Por ello, el tema que se aborda en la presente investigación reviste vital importancia, ya que permitirá profundizar en aspectos poco estudiados y aportar nuevos conocimientos científicos.

La laguna de Chilca, denominada también Laguna Milagrosa, se encuentra ubicada en el anexo Las Salinas del distrito de Chilca, a 4.5 km de la plaza de armas del mismo distrito, a la altura del kilómetro 67 de la Carretera Panamericana Sur, en la provincia de Cañete, departamento de Lima.

La investigación se desarrollará entre el distrito de Chilca, lugar de procedencia de los cistes, donde se realizará la recolección de los quistes, y el Centro de Investigación Acuícola de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, ubicado en la Avenida Mercedes Indacochea N.º 609, distrito de Huacho, provincia de Huaura, donde se llevará a cabo el ensayo experimental sobre los criterios de eclosión.

## **Figura 1**

### *Laguna de Chilca*



*Fuente: Fotografía propia*

Esta laguna tiene una longitud aproximada de 145 metros, un ancho de 70 metros y una profundidad media de 80 centímetros. Sus napas freáticas, o aguas acumuladas en el subsuelo, presentan altos índices de cloruro de sodio, sulfato y carbonato de sodio en estado soluble. Además, contienen calcio, hierro, potasio, magnesio, sodio y diversos aminoácidos con función enzimática.

Debido a su elevado contenido de cloruros y carbonatos de sodio, en esta laguna abundan las artemias de Chilca, microcrustáceos ampliamente utilizados en la acuicultura por su valor nutricional y su capacidad de adaptación a ambientes hipersalinos.

### **1.5.2. Delimitación temporal**

Para realizar la presente investigación se planificó su ejecución entre los meses de octubre a diciembre del presente año 2024.

### **1.6. Viabilidad del estudio**

El presente estudio es totalmente viable, dado que la autora de esta investigación es estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Acuícola, con conocimientos científicos sobre el tema por haber cursado y aprobado la asignatura de Alimentos Vivos, en la cual se

estudió la biología y manejo de la artemia. Asimismo, se dispone de los materiales de vidrio, equipos e instrumentos necesarios para desarrollar las actividades experimentales en el Centro de Investigación Acuícola. Además, se cuenta con antecedentes bibliográficos y estudios previos realizados por otros autores que respaldan la pertinencia del tema.

En la presente investigación no se utilizará material indebido ni se incurrirá en prácticas que puedan afectar a las personas o vulnerar los derechos de autor, garantizando así el cumplimiento de los principios éticos y académicos correspondientes.

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes de la investigación**

#### **2.1.1. Antecedentes Internacionales**

Eslava, P., Wedler, E. y Serna, D. (2011), en su publicación titulada “Caracterización y criterios de eclosión de quistes de *Artemia* sp. en la salina de Pozos Colorados (Santa Marta, Colombia)”, refieren que el estudio comprendió la recolección, procesamiento y análisis de los quistes. Estos fueron recolectados en dos estaciones de muestreo, denominadas E1 y E2, entre los meses de abril y julio de 2008, periodo en el cual se observó una alta densidad poblacional de *Artemia*.

La etapa inicial del procesamiento se orientó a la remoción de restos orgánicos y partículas de arena adheridas a los quistes, para lo cual se empleó agua de la propia salina y se realizó un filtrado secuencial mediante mallas de 500, 250 y 70  $\mu\text{m}$ , garantizando una adecuada separación del material. Una vez seleccionados, los quistes con apariencia viable fueron sometidos a un proceso de secado en secador solar durante un periodo de 48 horas, tras lo cual se almacenaron en recipientes oscuros con la incorporación de bolsitas de silicagel, con el fin de controlar el contenido de humedad. La obtención de la biomasa se efectuó utilizando una red de plancton de 500  $\mu\text{m}$ , aplicando el procedimiento de separación metodológica propuesto por Sorgeloos et al. (1986).

Respecto a la evaluación de los criterios de eclosión, se determinó inicialmente el número medio de quistes contenidos por gramo de muestra, junto con el porcentaje de eclosión (H%), entendido como la cantidad de nauplios generados a partir de un conjunto de 100 quistes previamente hidratados. Asimismo, se estimó la eficiencia de eclosión (HE), expresada como el número de nauplios obtenidos por cada gramo de quistes secos, y la biomasa de eclosión (HO), correspondiente al peso seco de la biomasa producida a partir de un gramo de quistes deshidratados. De manera complementaria, se evaluó la tasa de eclosión (HR), definida como

el intervalo temporal transcurrido desde el inicio del proceso de incubación hasta la aparición de los primeros nauplios, considerando para su análisis los tiempos  $T_0$ , asociado a la emergencia inicial de nauplios,  $T_{10}$ , correspondiente al momento en que eclosiona el 10 % de los individuos viables, y  $T_{90}$ , referido al tiempo requerido para alcanzar el 90 % del total de nauplios vivos.

La estimación del número de quistes por gramo se realizó a partir del pesaje de diez muestras independientes utilizando una balanza analítica Mettler con una precisión de 0.001 g, tras lo cual el conteo individual de los quistes se efectuó con el apoyo de un estereoscopio LEICA 2000, permitiendo calcular un valor promedio extrapolado al contenido total de un gramo. Para la determinación del porcentaje de eclosión (H%), se procedió a la hidratación de tres muestras de 1 g cada una, de las cuales se seleccionaron 100 quistes mediante una pipeta semiautomática de 1.0 ml, estableciéndose tres réplicas que fueron dispuestas en tubos de ensayo con agua a salinidades de 5, 15 y 30 UPS. Posteriormente, las muestras se mantuvieron bajo aireación suave y se incubaron durante un periodo de 24 horas, tiempo en el cual se registró el número de nauplios eclosionados para el cálculo del porcentaje correspondiente.

La evaluación de la eficiencia de eclosión (HE) se llevó a cabo bajo condiciones de salinidad de 5, 15 y 30 UPS, considerando tres réplicas por cada tratamiento y empleando 1 g de quistes secos incubados durante un periodo de 24 horas, siguiendo el procedimiento metodológico propuesto por Sorgeloos et al. (1986). Posteriormente, se empleó la prueba de Kruskal-Wallis ( $\alpha = 0.05$ ), ya que la información de campo no cumplía con los requisitos de la normalidad y homogeneidad de varianzas exigidos para la aplicación del análisis de varianza (ANOVA).

Moraga, Ávila y Vilaxa (2015), en su investigación orientada a determinar las condiciones óptimas de salinidad y temperatura para poder llevar a cabo la reproducción ovípara y el desarrollo de *Artemia franciscana*, Desde el potencial de la acuicultura, no solo se

resalta su versatilidad productiva, sino también por su relevancia económica, al presentar un elevado potencial para la generación de empleo, un impacto ambiental relativamente reducido y la capacidad de aportar divisas significativas a las regiones donde se implementa, tal como lo indican Avilés y Castelló (2004).

En el desarrollo de la acuicultura marina, la alimentación se reconoce como uno de los componentes más determinantes del proceso productivo, debido a que su adecuada formulación y selección representan una proporción significativa de los costos operativos en las empresas del sector (Avilés y Castelló, 2004). A pesar de los avances logrados en las últimas décadas en el diseño de dietas artificiales, diversos estudios coinciden en señalar que los niveles de crecimiento y supervivencia alcanzados con este tipo de alimentos suelen ser inferiores a los obtenidos mediante el uso de alimento vivo. Dentro de los organismos vivos empleados con mayor frecuencia en el ámbito nutricional de los peces se encuentran los copépodos, los rotíferos y las artemias, siendo estas últimas utilizadas desde el estadio naupliar y constituyendo en la actualidad el microcrustáceo más difundido en los sistemas de cultivo, situación que se explica por su elevado contenido de proteínas y lípidos, incluidos ácidos grasos insaturados esenciales para el adecuado funcionamiento metabólico de los organismos acuáticos, lo que ha incrementado notablemente su valor comercial.

Actualmente, cerca del 90 % de los cistos consumidos a nivel mundial provienen del Gran Lago Salado de Utah (EE. UU.). No obstante, los cambios climáticos globales han generado incertidumbre sobre la disponibilidad futura de este recurso, es por ello que en la actualidad se busca otras fuentes viables y sostenibles. Esta necesidad se ve reforzada por el hecho de que aún no se conocen con precisión que circunstancias o factores llegan a inducir la formación de cistos, los cuales se caracterizan por su alta resistencia a factores abióticos y por su capacidad de permanecer en latencia durante varios años, mientras se mantengan secos, en un estado denominado criptobiosis (Clegg, 2001). Cuando las condiciones ambientales se

tornan favorables, estos cistos eclosionan y completan su ciclo de vida hasta alcanzar el estado adulto. Dado que la principal fuente mundial de cistos se encuentra en situación incierta, es imperativo establecer técnicas de producción y almacenamiento que permitan disponer de ellos durante todo el año.

Los cistos empleados en la investigación procedieron del estado de Utah, Estados Unidos, y fueron proporcionados por la empresa Biomarine INC.–Aquafauna. La fase inicial del procedimiento correspondió al proceso de descapsulación, para lo cual se pesó un gramo de cistos que fue colocado en 100 ml de una mezcla compuesta por hipoclorito de sodio comercial y agua de mar la cual fue previamente pasada por un filtro para eliminar impurezas, la proporción que se empleó fue de 1:2. Tras observar si una coloración anaranjada intensa en los cistos, estos fueron filtrados empleando una red de plancton de 20 micrones, posterior a ellos se los mantuvo durante 60 minutos en un flujo continuo de agua con la finalidad de poder remover cualquier tipo de compuesto residual relacionado al hipoclorito procediéndose finalmente a su enjuague con agua de mar previamente ya filtrada.

Para la inclusión, en este proceso se emplearon incubadoras, las cuales fueron realizadas de forma artesanal, no en estas se procedió a colocar 500 ml de agua marina, buscando de que la temperatura se mantenga en un rango de 24 a 30 grados centígrados, un pH cercano a 8 y una aireación permanente. Una vez concluida la eclosión, la aireación fue suspendida y se colocó una fuente luminosa próxima a la ventana del incubador durante un periodo aproximado de una hora, aprovechando el comportamiento de fototropismo positivo de los nauplios para facilitar su recolección mediante un sistema de sifoneo.

Para recogerlos se empleó una pipeta de vidrio de 10 ml, depositándolos en cápsulas Petri para su conteo bajo lupa. Luego fueron almacenados en salmuera (35 g/L) durante dos semanas. Transcurrido este tiempo, los cistos fueron lavados para eliminar residuos salinos, centrifugados para separar los no viables y colocados sobre papel filtro para su secado durante

24 horas. Para su conservación se colocaron en tubos de ensayo a temperatura de entre 24 y 25 °C. Para evaluar su calidad se pesó 0.001 g y se determinó manualmente el número de cistos contenidos en dicha cantidad. El diámetro se midió bajo microscopía utilizando el software Micrometric SE Premium, realizándose 30 ensayos y calculando un promedio.

En una segunda fase del estudio consistió en determinar qué tan eficiente fue la eclosión (EE), el porcentaje de eclosión (PE) y la tasa de eclosión (TE), aplicando las técnicas de eclosión previamente descritas.

El procesamiento estadístico de los tratamientos experimentales se llevó a cabo utilizando el software SPSS versión 17 (Inc.), mediante el cual la producción de cistos de *Artemia franciscana* fue analizada a través de un ANOVA univariado bajo el modelo lineal general (GLM), estableciendo un nivel de significancia de 0.05 y considerando la temperatura y la salinidad como variables fijas del modelo. Para identificar diferencias específicas entre los tratamientos, se aplicaron análisis post hoc mediante las pruebas de Tukey y DMS, evaluando los efectos principales de las medias marginales con el ajuste de los intervalos de confianza de Bonferroni para las interacciones entre salinidad y temperatura, verificándose adicionalmente el cumplimiento del supuesto de homogeneidad de varianzas. A partir de los resultados obtenidos, se concluye que la reproducción ovípara de *Artemia franciscana* se manifiesta principalmente bajo condiciones de estrés biológico, asociadas al incremento de la salinidad, a las fluctuaciones térmicas y a la disponibilidad irregular de alimento, siendo la salinidad el factor con mayor incidencia sobre la formación y el desarrollo de los cistos, seguido en importancia por la temperatura.

En el análisis realizado por Sidi y Amat (2020) sobre la biometría y los parámetros de eclosión de quistes de *Artemia* provenientes de distintas salinas de Argelia, se señala que este organismo corresponde a un crustáceo branquiópodo del orden Anostraca con una distribución geográfica ampliamente extendida. El género *Artemia* comprende tanto especies de

reproducción sexual como linajes partenogenéticos, los cuales se encuentran presentes en la mayoría de las regiones del planeta, con la excepción del continente. Este microcrustáceo se desarrolla principalmente en ambientes hipersalinos y en sistemas de salinas artificiales, donde manifiesta una elevada capacidad de adaptación, atribuida a sus eficientes mecanismos de osmorregulación y a la formación de quistes de diapausa, consistentes en embriones protegidos por un corion resistente.

El análisis comparativo de las dimensiones de los quistes y de los nauplios se ha consolidado como una herramienta relevante para la diferenciación de poblaciones de *Artemia*. Los primeros antecedentes fueron reportados por D'Agostino (1965), quien identificó variaciones en el tamaño de los quistes tanto entre poblaciones geográficamente distintas como al interior de una misma población. Posteriormente se evaluaron múltiples muestras de quistes procedentes de diversas regiones del mundo, corroborando los patrones descritos previamente por D'Agostino. Más adelante, Vanhaecke y Sorgeloos (1980) sentaron las bases metodológicas de los estudios biométricos de quistes y nauplios mediante el análisis de un amplio conjunto de muestras originarias de los cinco continentes, cuyos resultados evidenciaron diferencias significativas entre poblaciones, sin detectar variaciones relevantes entre distintos lotes de una misma población ni entre quistes de origen natural y aquellos producidos bajo condiciones de laboratorio, así mismo es necesario hacer presente el trabajo base para esta clasificación fue Léger et al. (1986).

Estos autores propusieron que se clasifique los quistes de *Artemia* de acuerdo con el diámetro que tenga, agrupándolos en tres categorías:

- Quistes de diámetro menor, procedentes de la bahía de San Francisco (California, EE. UU.) y sus sitios de inoculación en otras regiones del mundo.
- Quistes de diámetro mayor, los cuales tenían por característica de ser provenientes de poblaciones partenogenéticas.

- Quistes de diámetro intermedio, provenientes del Great Salt Lake (Utah, EE. UU.).

El estudio desarrollado por Sidi y Amat (2020) tuvo como finalidad analizar la biometría de quistes provenientes de poblaciones argelinas de *Artemia*, considerando tanto muestras recolectadas directamente en condiciones naturales como aquellas obtenidas a partir de organismos reproducidos en laboratorio, cuyos resultados fueron contrastados con los registros correspondientes a la especie de referencia *Artemia franciscana*. Para ello, se recolectaron quistes en cinco salinas ubicadas en regiones geográficamente diferenciadas, efectuándose el muestreo sobre los bancos de las salinas y restringiéndolo a las capas superficiales con el propósito de minimizar la presencia de materiales asociados tales como arena, polen, restos orgánicos o plumas. Asimismo, se consideró que un adecuado nivel de deshidratación de las muestras, con contenidos de humedad inferiores al 9 %, constituye un factor determinante para asegurar su correcta conservación y almacenamiento.

Pero obtener naupleos, las muestras fueron purificadas y sometidas a incubación bajo condiciones estandarizadas, el agua empleada tenía una concentración Salina de 38 gramos por cada litro, estos fueron incubados a densidades de 5 gramos por cada litro de agua marina. Aunque en algunos casos se pudo llegar hasta 10 gramos por cada litro, seguido de ello se procedieron a colocar en recipientes mucho más grandes de una capacidad de 2 a 3 litros manteniendo una densidad de entre 50 individuos por cada litro, estos sistemas contenían aireación continua y mantenía una temperatura de 24 grados centígrados, además Tenían un fotoperiodo el cual podía sostener 12 horas luz y 12 horas de oscuridad, la alimentación estuvo conformada por microalgas.

Una vez que los organismos alcanzaron el estado adulto, identificado por la presencia de hembras con útero cargado de embriones o quistes y machos con antenas completamente desarrolladas, las poblaciones fueron segregadas según especie y cepa, correspondientes a

*Artemia salina* y *Artemia parthenogenetica* en sus formas diploide y tetraploide, con el fin de establecer cultivos experimentales independientes y obtener quistes de alta pureza destinados a los distintos tratamientos. La determinación del diámetro de los quistes y del espesor del corion se efectuó, para lo cual, en cada población, una fracción de quistes fue sometida a hidratación en agua destilada durante dos horas a temperatura ambiente, manteniéndose en suspensión mediante aireación suave, mientras que otra fracción fue tratada con hipoclorito de sodio para remover la envoltura terciaria, siguiendo el procedimiento propuesto por Bruggeman et al. (1979). Posteriormente, los residuos y materiales de menor densidad fueron separados mediante flotación diferencial en agua destilada, permaneciendo los elementos ligeros en la superficie y sedimentando los quistes decapsulados; este proceso fue repetido en salmuera concentrada con el objetivo de eliminar impurezas remanentes, permitiendo que los embriones enquistados decapsulados flotarán y se separarán eficazmente del material depositado en el fondo.

Los quistes decapsulados y previamente limpiados fueron sometidos a un nuevo proceso de hidratación y, una vez que adquirieron una morfología esférica, se procedió a la medición del diámetro, considerando un tamaño muestral superior a 200 unidades. Las mediciones se efectuaron y a partir de estas se calculó el diámetro medio, permitiendo que la diferencia entre ambos diámetros, dividida entre dos, se empleara para estimar el grosor del corion. Para la evaluación de la calidad del proceso de eclosión se emplearon distintos parámetros, entre los cuales se incluyó inicialmente el porcentaje de eclosión, definido como el número de nauplios obtenidos a partir de un conjunto de 100 quistes; no obstante, este indicador presenta limitaciones al no considerar el nivel de pureza del producto, dado que excluye la influencia de los materiales adheridos a los quistes, tal como lo señalan Bruggeman et al. (1980). En respuesta a esta limitación, Sorgeloos et al. (1978) propusieron el uso de la eficiencia de eclosión o Hatching Efficiency (HE), parámetro que expresa el número de

nauplios producidos por gramo de quistes deshidratados o, de forma equivalente, la cantidad de quistes requerida para generar un millón de nauplios.

Briones (2024) señala que la artemia representa el alimento vivo de mayor uso en los sistemas de cultivo de *Penaeus vannamei*, debido a que presenta una composición nutricional adecuada, caracterizada por contenidos relevantes de proteínas, carbohidratos y lípidos esenciales para el crecimiento y el desarrollo de este crustáceo. Con el fin de evaluar su desempeño en la producción larvaria, el autor analizó su composición bromatológica y la tasa de eclosión de *A. franciscana* y *A. parthenogenética*, alimentando las larvas con artemia durante dos ciclos productivos consecutivos (C1 y C2), cuyos resultados evidenciaron que *A. franciscana* alcanzó tasas de eclosión de 87 % y 85 % en los ciclos C1 y C2, respectivamente, mientras que *A. parthenogenética* registró valores ligeramente inferiores, correspondientes a 83 % y 82 % en los mismos periodos.

Mediante prueba estadística se obtuvo que no existen diferencias estadísticas en el crecimiento de las larvas. En cuanto a la supervivencia, las larvas alimentadas con *A. franciscana* registraron 82 % y 80 % en C1 y C2, respectivamente, mientras que con *A. parthenogenética* se obtuvo 77 % en ambos ciclos.

En el análisis bromatológico de *A. franciscana* (D1) presentaron 10.97 % de proteína, 2.03 % de grasa y 1.16 % de carbohidratos, mientras que los de *A. parthenogenética* (D2) registraron 10.50 % de proteína, 2.00 % de grasa y 1.15 % de carbohidratos. Es necesario resaltar que las que se alimentaron con D1 mostraron 0.04 % de contenido proteico y 0.12 % de grasa, en tanto que con D2 el contenido proteico fue de 0.04 % y la grasa de 0.10 %. En conclusión, no existe diferencia en los parámetros evaluados a excepción del porcentaje de supervivencia donde *A. franciscana* mostró un rendimiento ligeramente superior en las larvas de camarón.

### **2.1.2. Antecedentes Nacionales**

Delgado, J. y Nava, H. (1987) realizaron un estudio sobre la calidad de eclosión de quistes de *Artemia* provenientes de tres localidades del Perú, comparando muestras obtenidas en Tumbes, Huacho y Chilca con una variedad comercial del Great Salt Lake (Utah, EE. UU.), evaluando los parámetros de porcentaje, eficiencia, tiempo y rendimiento de eclosión.

**Material y métodos.** Los análisis se efectuaron en los laboratorios del Departamento de Piscicultura de la Universidad Nacional Agraria entre los meses de junio y noviembre de 1985. Se utilizaron muestras de quistes recolectadas en Tumbes (03°38' S, 80°35' W), Huacho (11°07' S, 77°37' W) y Chilca (12°30' S, 76°48' W). Una muestra comercial de quistes provenientes del Great Salt Lake, Utah, EE. UU. (distribuidor: BIO-MARINE INC.) fue utilizada como patrón de referencia.

Las muestras recolectadas y el patrón comercial fueron sometidos al procedimiento descrito por Sorgeloos et al. (1978), que incluyó las siguientes etapas:

- Lavado y tamizado a través de mallas de 40  $\mu\text{m}$  y 100  $\mu\text{m}$ .
- Enjuague con agua dulce.
- Enjuague con salmuera.
- Transporte en salmuera saturada.
- Nuevo enjuague con agua dulce.
- Desecación a 35 °C por 24 horas.
- Envasado en frascos oscuros.

En los casos en que se descapsularon los quistes, se siguieron las especificaciones de Bruggeman et al. (1977), utilizando hipoclorito de sodio, carbonato de sodio y agua de mar para la preparación de la solución descapsuladora. El tiempo de reacción se determinó visualmente mediante observaciones al estereoscopio a intervalos de un minuto.

Posteriormente, las muestras, tanto descapsuladas como sin descapsular, fueron incubadas a una temperatura constante de 25 °C, bajo iluminación permanente y aireación continua durante 12 horas, antes de iniciar la evaluación de calidad. Este procedimiento se basó en una versión ampliada del método descrito por Vos y De La Rosa (1980), que consistió en tomar con una micropipeta automática cinco submuestras de 250 µL cada una a partir de la 12.<sup>a</sup> hora de incubación, repitiéndose a intervalos de una hora. Las submuestras fueron fijadas con gotas de Lugol para su observación y conteo bajo estereoscopio.

El muestreo se continuó hasta detectar la aparición del primer nauplio; luego, la frecuencia de muestreo se amplió a intervalos de dos horas, prolongándose hasta completar 48 horas de incubación. En cada muestra se contaron los números de quistes, nauplios y pre-nauplios, permitiendo determinar los siguientes parámetros definidos por Sorgeloos et al. (1983):

- a) Porcentaje de eclosión (HP): proporción de quistes que eclosionan y se convierten en nauplios respecto al total de quistes incubados.
- b) b) Eficiencia de eclosión (HE): número de nauplios obtenidos a partir de un gramo de quistes.
- c) Tasa de eclosión (HR): intervalo de tiempo en el cual eclosiona el 90 % de los quistes en incubación.
- d) Rendimiento de eclosión (HO): biomasa naupliar expresada en miligramos de peso seco por gramo de quistes.

Para garantizar la precisión de las mediciones, el método fue aplicado repetidamente a la muestra comercial del Great Salt Lake, determinándose que dos repeticiones por muestra eran suficientes para mantener un margen de error menor al 5 %.

A fin de comparar los resultados con los obtenidos en otros estudios, se analizaron los valores de quistes sin descapsular y descapsulados. No obstante, desde el punto de vista

práctico, se consideraron más relevantes los resultados de los quistes descapsulados, ya que las ecloserías modernas trabajan con este tipo de quistes, lo que implica menor gasto energético en la eclosión, eliminación de procesos de desinfección y reducción del tiempo de limpieza de máscaras embrionarias.

Los resultados indicaron que la mayor abundancia de nauplios en estado I se presentó a la 30.<sup>a</sup> hora de incubación para las variedades de Huacho y Great Salt Lake, mientras que en las variedades de Tumbes y Chilca se observó a las 32 horas. La comparación entre variedades resultó favorable para la colectada en Tumbes, que alcanzó 234,552 nauplios por gramo de quistes, seguida muy de cerca por el tratamiento descapsulado de Huacho. Ambas variedades fueron notablemente superiores a las procedentes de Chilca y del Great Salt Lake.

El tiempo mínimo para alcanzar el 80 % de eclosión (ts) fue de 8.5 horas para Tumbes y 8.6 horas para Huacho, valores menores que los observados en las otras variedades. Los pesos secos individuales de los nauplios fueron similares entre las variedades peruanas, aunque ligeramente inferiores a los del Great Salt Lake. El rendimiento de eclosión más alto correspondió a la variedad de Tumbes con 537.1 mg de nauplios por gramo de quistes, seguida por Huacho, Great Salt Lake y Chilca, en ese orden.

Cisneros (2002) desarrolló una investigación experimental titulada Producción semiintensiva de biomasa de *Artemia franciscana* empleando dietas distintas, en la cual se evaluó el proceso de eclosión de quistes empleando una cantidad de 250 mg por ensayo. Los bioensayos se realizaron en una sala con condiciones ambientales controladas durante un periodo de 48 horas, utilizando probetas de 100 ml con agua de mar ajustada a una salinidad de 35 ppm, una temperatura de 22.5 °C, pH 8 y niveles constantes de oxígeno disuelto e intensidad luminosa. A lo largo del experimento se determinaron parámetros como la eficiencia de eclosión, el porcentaje de eclosión y la tasa de eclosión de los quistes, cuyos resultados evidenciaron una eficiencia de 382 000 nauplios por gramo, un porcentaje de eclosión de 99 %

y una tasa de eclosión alcanzada a las 19 horas, lo que permitió demostrar el elevado potencial biológico de la cepa Virrilá.

Ramírez (2019), en su estudio "*Evaluación de la viabilidad de quistes de artemias en condiciones controladas*", tuvo como objetivo determinar la viabilidad de quistes de artemia de la laguna de Chilca bajo condiciones estándar. El procedimiento consistió en pruebas de eclosión empleando agua dulce y agua salada, registrando el porcentaje de quistes viables. Los resultados indicaron que el agua salada incrementó significativamente la viabilidad y la eclosión en comparación con el agua dulce, evidenciando la importancia de la salinidad para el éxito del proceso.

Torres, R. y Salas, P. (2020), en su investigación "*Impacto de condiciones ambientales en la eclosión de quistes de artemia*", tuvieron como objetivo analizar cómo la variación de la temperatura y la salinidad afecta la eclosión de quistes de artemia de la laguna de Chilca, Perú. El procedimiento experimental se desarrolló en laboratorio, variando las temperaturas entre 20 y 30 °C y las concentraciones salinas entre 30 y 70 g/L, midiendo las tasas de eclosión en cada tratamiento. Los resultados mostraron que las mejores tasas de eclosión se alcanzaron a 25 °C y 35 g/L de salinidad, destacando la relevancia de mantener condiciones estándar para obtener una eclosión eficiente.

Flores, J. y Mendoza, A. (2021), en su estudio "*Calidad de quistes de artemia en el sur del Perú*", plantearon como objetivo evaluar la calidad de quistes de *Artemia franciscana* recolectados en la laguna Salinas de Arequipa. Se recolectaron muestras de quistes en diferentes épocas del año y se realizaron ensayos de eclosión bajo condiciones controladas de temperatura y salinidad. Los resultados mostraron que la calidad de los quistes varió significativamente a lo largo del año, observándose tasas de eclosión más altas en los meses secos, lo cual sugiere una influencia estacional en la calidad del producto biológico.

Fernández, M. et al. (2022), en su estudio “*Calidad nutricional de artemias en cultivo*”, tuvieron como objetivo evaluar la calidad nutricional de *Artemia franciscana* cultivada en la laguna de Chilca y su relación con los quistes utilizados. En el procedimiento se analizaron los quistes y los organismos adultos en función de su contenido de lípidos y proteínas, correlacionando estos parámetros con las tasas de eclosión y crecimiento. Los resultados demostraron que los quistes más ricos en nutrientes generaron mayor crecimiento y desarrollo en los organismos adultos, resaltando la importancia de la calidad nutricional del quiste en los sistemas de acuicultura.

Quiñones, E. y Rojas, T. (2023), en su investigación “*Influencia de la salinidad sobre la eclosión de Artemia*”, tuvieron como objetivo analizar el efecto de diferentes niveles de salinidad sobre la eclosión de quistes de artemia de la región central del Perú. Se realizaron ensayos de eclosión empleando diversas concentraciones de sal, midiendo el porcentaje de eclosión en cada tratamiento. Los resultados mostraron que una concentración de 50 g/L promovió la mayor tasa de eclosión, confirmando la importancia de ajustar la salinidad del medio para optimizar los procesos de incubación en laboratorio.

## 2.2. Bases teóricas

### 2.1.1. De la especie en estudio:

Según la FAO (2021), la acuicultura puede definirse como el cultivo que comprenden peces, crustáceos, o cualquier organismo marino, entre los cuales se incluyen las artemias, así como moluscos y algas, dentro de un entorno controlado. Esta definición resalta que la actividad acuícola no solo implica la producción con fines alimentarios, sino también la gestión técnica y ambiental de los sistemas de cultivo, orientada a garantizar la sostenibilidad de todos los recursos involucrados en el proceso.

### 2.1.2. Clasificación taxonómica

Biología y ecología de artemia, el cual nos plantea Jiménez Albino, M.:

**Phylum:** Artrópoda

**Clase:** Crustacea

**Subclase:** Branquiopoda

**Orden:** Anostraca

**Familia:** Artemiidae

**Género:** Artemia, Leach 1819

**Especie:** Artemia salina

En la actualidad, la denominación específica *Artemia salina* Linnaeus 1758 ha sido cuestionada desde el punto de vista taxonómico y ya no se considera válida (Bowen y Sterling, 1978). Diversos estudios basados en experimentos de cruzamiento entre poblaciones de *Artemia* han evidenciado la existencia de aislamiento reproductivo entre determinados grupos poblacionales, situación que ha conducido al reconocimiento de la presencia de especies hermanas, las cuales han sido diferenciadas y designadas bajo denominaciones taxonómicas distintas (Bowen et al., 1978).

Dentro de las cepas zigogénicas, la cual está conformado por hembras y machos se ha reconocido hasta el momento la existencia de seis especies con alto parentesco:

- a) *Artemia salina*: Lymington, Inglaterra (extinguida)
- b) *Artemia tunisiana*: Europa
- c) *Artemia franciscana*: América (Norte, Centro y Sur)
- d) *Artemia persimilis*: Argentina
- e) *Artemia urmiana*: Irán
- f) *Artemia monica*: Mono Lake, CA-USA

Determinadas cepas partenogénicas de *Artemia*, las cuales la conforman específicamente hembras y cuya reproducción no necesita al macho, han sido reportadas principalmente en regiones de Europa y Asia; sin embargo, la presencia de marcadas diferencias genéticas, siendo esto lo que ha dificultado considerablemente su clasificación sistemática bajo una única denominación de “*Artemia partenogénica*”. En este contexto, durante el Primer Simposio Internacional sobre *Artemia*, llevado a cabo en el año 1979, se recomendó que, mientras no sea posible identificar con precisión las especies hermanas de las cepas partenogénicas mediante pruebas de entrecruzamiento con linajes conocidos y hasta que los procesos de especiación sean comprendidos con mayor claridad, se utilice únicamente la denominación genérica *Artemia* (Persoone et al., 1980). Asimismo, con el propósito de facilitar comparaciones posteriores entre estudios, se consideró indispensable proporcionar la mayor cantidad de información posible respecto al origen del material biológico empleado.

### **2.1.3. Morfología y ciclo vital**

Los ambientes hipersalinos, como lagos salados y estanques de salinas que albergan poblaciones de *Artemia*, se distribuyen ampliamente en distintas regiones del planeta y, en ciertas épocas del año, presentan en su superficie acumulaciones visibles de partículas marrones de reducido tamaño, con diámetros aproximados entre 200 y 300 micras. Estas

partículas, que flotan inicialmente en el agua, son desplazadas hacia las zonas ribereñas como consecuencia de la acción conjunta del oleaje y el viento, conformando un polvo que aparenta ser inerte. No obstante, dicho material está compuesto por quistes secos de *Artemia* en estado de criptobiosis, los cuales permanecen metabólicamente inactivos y conservan esta condición mientras se mantengan en estado seco.

Al ser introducidos en agua de mar, los quistes de forma bicóncava experimentan un proceso de hidratación que les permite adoptar una morfología esférica, condición necesaria para que el embrión reactive el metabolismo reversible que había permanecido interrumpido. Transcurrido aproximadamente un periodo de 24 horas, la cubierta externa del quiste se fractura y el embrión queda envuelto por la membrana de eclosión. Posteriormente, en las horas siguientes, el embrión se libera completamente de la cáscara del quiste, aunque permanece momentáneamente suspendido de la envoltura vacía a la cual continúa unido, fase que se denomina estado de *umbrella*. Durante esta etapa, dentro de la membrana de eclosión se completa el desarrollo del nauplio, iniciándose el movimiento de sus apéndices, hasta que finalmente la membrana se rompe y permite la salida del nauplio, el cual comienza a desplazarse de manera libre en el medio acuático.

Durante el crecimiento larvario se producen múltiples diferenciaciones morfológicas a lo largo de aproximadamente quince mudas consecutivas, proceso en el cual se originan apéndices lobulares pares en la región torácica que, con el avance del desarrollo, darán lugar a los toracópodos. De manera simultánea, se forman ojos compuestos laterales a ambos lados del ojo naupliar. A partir del denominado estado X, se evidencian transformaciones morfológicas y funcionales relevantes, dado que las antenas dejan de cumplir una función locomotora y pasan a desempeñar un papel fundamental en la diferenciación sexual; en los individuos destinados a ser machos, dichas estructuras se desarrollan como apéndices curvados con capacidad prensil,

mientras que en las hembras sufren un proceso de regresión y se transforman en estructuras de naturaleza sensorial.

En el proceso reproductivo, los huevos fecundados originan nauplios con capacidad de nado, lo que corresponde a un tipo de reproducción ovovivípara, siendo estos liberados directamente por la hembra. Sin embargo, cuando los organismos se enfrentan a condiciones ambientales adversas, tales como elevadas concentraciones de salinidad o niveles reducidos de oxígeno, se produce la activación de las glándulas encargadas de la formación de la cáscara, las cuales secretan una sustancia de tonalidad marrón. Bajo estas condiciones, el desarrollo embrionario se detiene en el estadio de gástrula, momento en el cual los embriones son recubiertos por una envoltura gruesa y resistente, ingresando a un estado de latencia o diapausa caracterizado por la interrupción reversible de su metabolismo, previo a su liberación por parte de la hembra.

Por último, los quistes tienden a flotar en aguas hipersalinas y son transportados a las horillas donde se acumulan y se secan. Dando como resultado del proceso de deshidratación, el mecanismo de diapausa se desactiva, lo cual permite que los quistes reanuden su desarrollo embrionario cuando son rehidratados en condiciones óptimas de eclosión.

#### **2.1.4. Distribución**

Las poblaciones de *Artemia* presentan una amplia distribución global, encontrándose en más de 300 lagos salinos de origen natural, así como en salinas artificiales establecidas en diversas regiones del mundo. Las distintas cepas geográficas han desarrollado adaptaciones fisiológicas que les permiten prosperar bajo condiciones ambientales variables, caracterizadas por amplios rangos térmicos que oscilan entre 6 y 35 °C y por una diversidad en la composición iónica del hábitat, donde predominan aguas con altas concentraciones de cloruros, sulfatos y carbonatos, tal como lo señalan Bowen et al. (1978) y Sorgeloos (1979).

En el Perú, se han identificado poblaciones de Artemia en diversos lugares. Según lo reportado por Carrera al Centro de Referencia de Artemia en Bélgica, estas se encuentran en Caucato, Chicana, Chilca, Estuario de Virrilá, Guadalupe, Pampa de Salinas, Pampa Playa Chica, Puerto Huarmey y Tumbes (Sorgeloos, 1986).

Asimismo, Amat (1985) refiere que Artemia salina es un pequeño organismo que habita en aguas salobres e hipersalinas y que presenta una amplia distribución mundial. Es considerada un alimento excelente para los estadios postlarvarios de numerosas especies de organismos acuícolas debido a sus excelentes propiedades nutricionales. En su fase adulta, representa también un aporte alimenticio valioso para diversos invertebrados y peces mantenidos en criaderos o hatcheries, así como para especies ornamentales en acuarios. Además, se plantea que podría constituir una alternativa alimenticia potencial para el consumo humano debido a su composición nutritiva y disponibilidad natural.

El potencial como un alimento rico nutricionalmente son:

- Presenta un tamaño reducido, que facilita su uso (adultos 8-13 mm. de longitud).
- Cuanta con una alta concentración proteica (nauplios 50-60%; adultos 40-50%).
- Existencia de elevada conversión alimenticia.

La Artemia se reproduce mediante quistes durables que toleran la desecación y pueden activarse en cualquier momento cuando se presentan condiciones adecuadas. Estas características le confieren una gran importancia en la acuicultura, especialmente por su uso como alimento vivo, lo que hace necesario su estudio y comprensión científica.

#### **2.1.5. Criterios de eclosión**

Según la FAO, Define los criterios de eclosión los siguientes:

Porcentaje de eclosión (H%): Cantidad de nauplios que pueden obtenerse a partir de un conjunto de 100 quistes hidratados que contienen un embrión viable, considerando exclusivamente quistes íntegros y excluyendo la presencia de impurezas o quistes defectuosos, tales como cáscaras fragmentadas, partículas de arena, restos de sal u otros materiales ajenos.

Tasa de eclosión (HR): Este criterio hace referencia al intervalo de tiempo que transcurre desde el inicio del proceso de incubación, correspondiente a la hidratación de los quistes, hasta el momento en que se produce la liberación del nauplio, es decir, la eclosión.

Se consideran los siguientes intervalos temporales para la evaluación del proceso de eclosión: T0 corresponde al tiempo transcurrido desde el inicio de la incubación hasta la aparición de los primeros nauplios; T10 se define como el tiempo de incubación necesario para que eclosionen el 10 % del total de los nauplios viables; T90 representa el tiempo requerido para alcanzar la eclosión del 90 % de los nauplios eclosionables; mientras que Ts, calculado como la diferencia entre T90 y T10, proporciona una medida del grado de sincronía del proceso de eclosión.

Eficiencia de eclosión (HE): Corresponde a la cantidad de nauplios obtenidos a partir de un gramo de quistes secos sometidos a incubación bajo condiciones estandarizadas, las cuales incluyen un periodo de 48 horas de incubación, el uso de agua de mar con una saturación de oxígeno del 35 % a una temperatura de 25 °C, una intensidad luminosa mínima de 1000 lux y un rango de pH comprendido entre 8.0 y 8.5.

Biomasa de eclosión (HO): Se define como la masa seca correspondiente a la biomasa de nauplios generada a partir de un gramo de quistes secos, los cuales son sometidos a incubación bajo condiciones estándar de eclosión.

### **2.1.6. Definición de términos básicos**

**Artemia:** Corresponde a un género de crustáceos branquiópodos que representa de manera exclusiva a la familia Artemiidae y se encuentra clasificado dentro del orden Anostraca. Estos organismos, conocidos de forma común como artemias, se desarrollan principalmente en ambientes acuáticos salobres.

**Biomasa:** Es la cantidad total de materia viva presente en un área o volumen determinado.

**Calidad:** Se entiende como una propiedad inherente de cualquier elemento que permite valorar su grado de excelencia en comparación con otros de su misma especie o tipo.

**Condiciones estándar de eclosión:** Corresponden a aquellas en las que los quistes se incuban durante 48 horas en agua de mar con una salinidad de 35‰, saturada de oxígeno, a una temperatura de 25 °C, con un mínimo de 1000 lux de iluminación y un pH comprendido entre 8.0 y 8.5.

**Criterio:** Se define como la regla o principio que se aplica para tomar una decisión o determinar una verdad. También puede entenderse como el juicio o capacidad que permite adoptar decisiones acertadas.

**Eclosión:** Es el proceso por el cual un huevo o quiste se rompe para permitir la salida del organismo joven que se encuentra en su interior.

**Quiste:** Es una estructura protectora formada por una cubierta resistente que encierra y protege una larva o embrión en estado de latencia.

**Laguna:** Es un depósito natural de agua, generalmente dulce y de menor extensión que un lago.

Lagunas de Chilca: Son cuerpos de agua localizados en el distrito de Chilca, donde se encuentra una alta concentración de artemias. Este sistema está conformado por tres lagunas mineromedicinales denominadas Santa Cruz de las Salinas, La Encantada y Mellicera.

## **2.2. Hipótesis de la investigación**

### **2.2.1. Hipótesis general**

Es posible obtener los Criterios de Eclosión de los Cistes de Artemias de la laguna de Chilca en laboratorio, Huacho 2024.

### **2.2.2. Hipótesis específicas**

Es posible medir el porcentaje de eclosión (H%) de los quistes de artemia de la laguna de Chilca

Es posible medir la eficiencia de eclosión (HE) de los quistes de artemia de la laguna de Chilca

Es posible determinar la tasa de eclosión (HR) de los quistes de artemia de la laguna de Chilca

Es posible medir la biomasa de eclosión (HO) de los quistes de artemias de la laguna de Chilca.

### **2.2.3. Operacionalización las Variables**

**V. Independiente:** Criterios de eclosión.

**V. Dependiente:** Cistes de Artemias de la laguna de Chilca

**Tabla 1**

*Operacionalización de variables e indicadores*

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	UNIDADES DE MEDIDA	METODOS DE ANALISIS	ESCALAS DE MEDICION
<b>V.I. Criterios de eclosión</b>	Juicio o decisión adoptada. para formarse un juicio o tomar una decisión acertada del ciste que se rompa para permitir que salga un animal joven.	Proceso de incubación previamente desinfectados, hidratados, pesados, contados bajo las Condiciones estándar de eclosión efectos de luz, aireación en agua de mar.	Porcentaje de Eclosión	cantidad	Método cualitativo	%
			Eficiencia de eclosión	peso	Método cuantitativo	Grs.
			Tasa de eclosión	Tiempo	Método cuantitativo	horas
			Biomasa de eclosión	peso	Método cuantitativo	Grs.

<b>V.D.Variable Independiente</b> : Cistes de Artemias de la laguna de Chilca	Es un género de crustáceos branquiópodos. Es el único género de la familia Artemiidae del orden Anostraca. Son conocidos vulgarmente como artemias. Habitan en aguas de las lagunas de Chilca.	Los cistes de artemias son recolectados de las orillas de los lagos o lagunas para ser secados con menos del 10 % de humedad, desprovistos de elementos extraños como: materia orgánica y arenas.	Parámetros físicos del agua de la laguna.	Temperatura Color Transparencia	Método cuantitativo Método cualitativo Método cualitativo	°C Platino-cobalto Cms Platino-cobalto Cms
			Parámetros químicos del agua de la laguna.	pH Oxígeno Salinidad Amonio Nitrito, Nitrito Alcalinidad	Cuantitativo correlacional	unidades mg/l 0/00 mg/l mg/l mg/l
			Factores biológicos del agua de la laguna.	Fitoplancton	Ccualitativo	Especies

## CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

### 3.1. Diseño metodológico

#### 3.1.1. Tipo de investigación

La investigación es de tipo experimental, ya que en el presente estudio se manipularán los criterios de eclosión bajo condiciones estándar de eclosión, las cuales serán observadas mediante pruebas realizadas en laboratorio. Los sujetos experimentales (cistes) pertenecen a un grupo de la variable independiente determinado por autoselección natural.

#### 3.1.2. Nivel de Investigación

Según Hernández Sampieri (2018), La presente propuesta de investigación corresponde al nivel explicativo, ya que busca establecer la relación causal entre las condiciones estándar de eclosión y el efecto de eclosión de los quistes de Artemia. Además, se distinguen claramente las variables independientes (causas) y las variables dependientes (efectos), y las hipótesis se formulan de manera que permitan determinar la existencia de causalidad entre ellas.

#### 3.1.3. Diseño de investigación

El diseño de la investigación es de naturaleza experimental, ya que contempla la observación y manipulación de una variable específica, que en este caso corresponde al efecto de eclosión, con el propósito de analizar su influencia sobre las demás variables involucradas en el estudio. La misma que podemos graficar de la siguiente forma:

#### **Figura 2**

*Diseño de la investigación*



*Fuente: Elaboración propia.*

### **3.1.4. Enfoque**

La investigación se fundamenta en un enfoque mixto, que integra el análisis cuantitativo y cualitativo, ya que se recopilaron datos relacionados con porcentajes, peso, gramos, talla y calidad de los quistes de artemia. Posteriormente, se realizaron análisis cuantitativos con el propósito de representar los resultados mediante tablas y gráficos, facilitando así la interpretación de la información obtenida.

## **3.2. Población y muestra**

### **3.2.1. Población**

De acuerdo con la unidad de análisis, que consiste en estudiar la calidad de los cistes de Artemia provenientes de la laguna de Chilca, la población estará conformada por el conjunto de cistes que se encuentran flotando en dicha laguna en la fecha de recolección. En la Figura N.º 09 del anexo se presenta el proceso correspondiente a la recolección de los quistes.

### **3.2.2. Muestra**

El tipo de muestra que se empleará corresponde a muestras probabilísticas, ya que todos los elementos de la población tienen las mismas posibilidades de ser seleccionados para el estudio. Se tomará como muestra una cantidad total de 50 gramos de cistes, los cuales serán recolectados al azar en tres zonas diferentes de la laguna.

La unidad experimental estará representada por 1 gramo de quistes en cada uno de los criterios de eclosión, los cuales serán sometidos al proceso de incubación para su medición cuantitativa.

Los criterios de inclusión considerados en este estudio estarán determinados por los factores físico-químicos del agua y la luminosidad, ya que ambos influyen directamente en la eclosión de los quistes bajo condiciones controladas de laboratorio.

### **3.3. Técnicas de recolección de datos**

#### **Técnicas empleadas**

Técnica documental la cual es de información teórica primaria y secundaria, en la cual se recolectarán información de antecedentes nacionales e internacionales de datos relacionados al tema de la investigación.

### **3.4. Técnicas de recolección de datos**

Como ya se ha referido, los criterios de eclosión en las unidades de investigación serán la incubación de 1 gr. de quistes

#### **3.4.1. Área de estudio**

##### **Trabajo de campo**

- Recolección, muestreo y transporte de cistes de la laguna al laboratorio larval de la UNJFSC.
- Recolección de muestras de agua de la laguna para los análisis en laboratorio, se ilustra en la fig. 10 del anexo.
- Análisis de agua “in situ” Temperatura, transparencia, etc.

##### **Trabajo de laboratorio**

- Lavado y tamizado de muestra de cistes a través de un tamiz de 100 micras.
- Enjuague con agua dulce varias veces
- Desección a 35 °C en estufa eléctrica por 24 hrs.
- Mantenimiento de cistes seco en frasco oscuro.
- Análisis físico, químico y biológico del agua de la laguna
- Determinación del porcentaje de eclosión (H %)
- Determinación de la eficiencia de eclosión (HE)
- Determinación de la tasa de eclosión (HR)

- Medición de la biomasa de eclosión (HO)
- Estas actividades se ilustran en las figuras 11, 12,13, 14 y 15 en el anexo

### **Descripción de los instrumentos**

- Bibliografía, libros y sitios web.
- Equipo de aireación (Blower)
- Microscopio óptico
- Incubadoras
- Tamices
- Red de fitoplancton
- Lupas
- Balanza de precisión
- Estufa-esterilizador eléctrica
- Kit analizador de agua salada
- Disco Secchi
- Tamiz de 100 micras

### **3.4.2. Acondicionamiento de laboratorio**

Para la desinfección de las incubadoras de eclosión, placas Petri, baldes y demás materiales se utilizó hipoclorito de sodio, posteriormente se enjuagó con abundante agua y se procedió a ordenar los materiales en el estante del Laboratorio Larval.

### **3.5. Técnicas de procesamiento de información**

Los datos fueron procesados en Excel y SPSS con la finalidad de analizar la influencia de la calidad del agua de la laguna en la calidad de los cistes de artemias allí presentes.

### **Estadística descriptiva**

La información es representada visualmente a través de gráficos de barras o gráficos lineales en Microsoft Excel 2016. Estos gráficos muestran la relación entre la calidad del quiste y los parámetros reproductivos de la laguna

### **Estadística inferencial**

Para examinar la relación entre la calidad del agua de la laguna y los criterios de eclosión de los quistes, se emplearon análisis estadísticos adecuados. Se realizó un análisis estadístico, empleando la prueba T, con el propósito de evaluar si existían diferencias significativas entre las variables consideradas. Para ello, se aplicó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, un estadístico recomendado para muestras menores de 50 datos. Se consideró un nivel de confianza del 95 % (0.95), con un margen de error del 5 %, por lo que el nivel de significancia ( $\alpha$ ) fue de 0.05.

Comprobada la distribución normal de los datos, se procedió a aplicar pruebas de hipótesis, entre ellas la prueba t de Student, con el fin de determinar si existían diferencias significativas en los criterios de eclosión entre los distintos parámetros evaluados, tales como porcentaje de eclosión, eficiencia, tasa y biomasa. Para el análisis de los valores recogidos en campo se empleó el software estadístico IBM SPSS Statistics, versión 25.

### **Visualización de datos**

Los resultados se presentaron de manera visual mediante gráficos y tablas. Se utilizaron gráficos de dispersión y de barras para mostrar la relación entre los criterios de eclosión y los parámetros físico y químicos de agua. Además, se crearon tablas que resumen de los valores promedio y las desviaciones estándar de los parámetros en cada criterio de eclosión.

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

### 4.1. Análisis de resultados

La Laguna Milagrosa, también conocida como Qoricocha (que en quechua significa laguna de oro), presenta una extensión aproximada de 200 metros de largo por 50 metros de ancho promedio. Sus napas freáticas, o aguas acumuladas en el subsuelo, se encuentran mineralizadas con cloruro de sodio, sulfato y carbonato de calcio, lo que contribuye a su composición salina característica.

Según Rivas y Vinatea (1976), la laguna de Chilca se forma a partir de las aguas freáticas del subsuelo. Se trata de una laguna de tipo estancada, en la cual no se encuentran algas del género *Arthrospira* ni plantas acuáticas sumergidas como las del género *Chara*, y tampoco se observan moluscos ni peces, debido a las condiciones hipersalinas del entorno.

Por su parte, la Laguna Encantada es de carácter permanente, aunque su nivel y concentración salina varían a lo largo del año. Durante los meses de verano, el nivel del agua desciende, formándose costras de sal en los bordes, con una profundidad que no supera los 0.6 metros. Su superficie de espejo de agua es de aproximadamente 8100 m<sup>2</sup>, y su volumen total se estima en 4860 m<sup>3</sup>.

#### Análisis de agua in situ

Los análisis de agua realizados en la laguna consistieron en registrar los parámetros físicos y químicos básicos utilizando un kit analizador de agua, seleccionando un lugar por su fácil acceso donde se observó las características del agua en cuanto a su color, sabor, sustancias flotantes, etc. cuyos resultados se exponen en la **Tabla 2**.

Los recipientes usados fueron de vidrio que permitió:

- Minimización de la contaminación de la muestra de agua.
- Posibilidad de limpiar y tratar las paredes de los recipientes.
- Inactividad química y biológica del material.

- Sensibilidad a la luz.

**Tabla 2**

*Parámetros físico-químico del agua*

<b>FECHA 15.10.25</b>	<b>FACTORES</b>
T° Superficial	25 a 27 °C
Salinidad	80 0/00
Oxígeno Disuelto	4.9
pH	6 - 10
Amonio	0.8 mg7L
ClNa	53.5 grs/l
Nitrito	0.5 mg/l
Nitrato	0.2 mg/l
Color	Gris verdoso a marrón oscuro
Sabor	Salado, amargo y metálico.
Olor	Huevo podrido en baja intensidad

*Fuente: Elaboración propia.*

En el siguiente cuadro, reportamos estudios realizados por El Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET) a través de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico en el año 2021.

**Tabla 3**

*Estudio hidrogeológico del agua*

<b>ELEMENTOS</b>	<b>VALORES (mEq/L)</b>
Na	1 651.2
Mg	156.67
K	67.45
Ca	2.21
Cl	1 791.85
SO <sub>4</sub>	337.30
NO <sub>3</sub>	1.09
HCO <sub>3</sub>	12.97

---

pH

8.76

---

*Fuente: Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico. Informe Técnico N° A6867. 2021*

### **Análisis biológico de la laguna de Chilca**

Durante el recorrido realizado, no se observó la presencia de peces en la laguna; sin embargo, se identificaron renacuajos de ranas y poblaciones de artemias, las cuales contribuyen a la degradación de la materia orgánica presente en el ambiente acuático.

En las poblaciones de Artemia de la laguna seleccionada, los quistes producidos flotan en la superficie del agua y son arrastrados por el viento y las olas hacia el Este, donde finalmente se depositan en las orillas. Los quistes fueron recolectados tras su deposición o acumulación, con el fin de asegurar una calidad de eclosión óptima.

Posteriormente, los quistes recolectados fueron conservados en recipientes herméticamente cerrados que contenían salmuera saturada elaborada con sal, recomendándose su agitación periódica con el fin de asegurar una deshidratación homogénea de los quistes flotantes. Este procedimiento mediante el uso de salmuera permitió disminuir el contenido de humedad de los quistes hasta valores cercanos al 20 %, además de contribuir a la eliminación de residuos e impurezas de mayor tamaño presentes en el material recolectado.

Finalmente, los quistes fueron procesados, es decir, limpiados, secados y envasados, preferentemente dentro de un plazo no mayor a un mes desde su conservación en salmuera, a fin de mantener su viabilidad y calidad de eclosión.

### **Trabajo de laboratorio**

Para realizar las distintas pruebas que permitieron obtener los resultados correspondientes, se trabajó con tres muestras en cada ensayo, con el propósito de calcular los promedios respectivos y asegurar la precisión de los datos. Todo el procedimiento se llevó a cabo siguiendo los pasos que se detallan a continuación:

- Tamizado de muestra de cistes a través de un tamiz de 100 micras

- Lavado y enjuague con chorros de agua dulce varias veces hasta eliminar las impurezas
- Deseccación a 35 °C en estufa eléctrica por 24 hrs.
- Mantenimiento de cistes seco en frasco oscuro.

**Tabla 4**

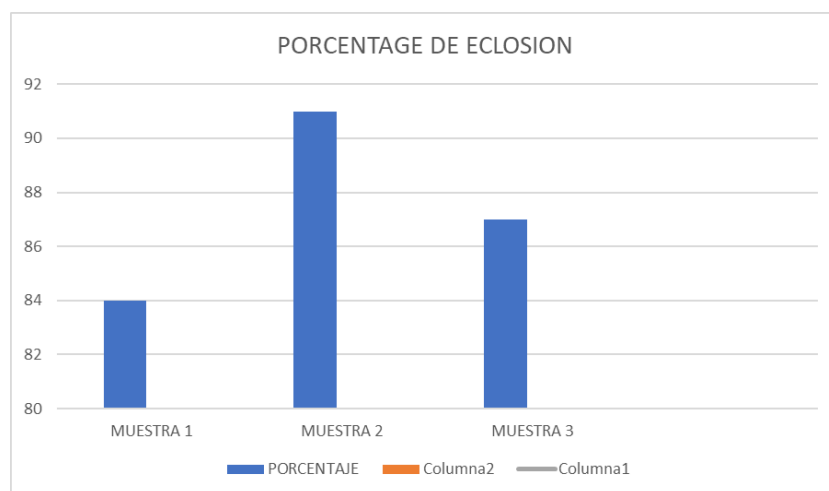
*Porcentaje de eclosión (h)*

N° de Pruebas	Fechas	N° quistes	% eclosión	Salinidad ppm	T agua °C	Ilumina Lux	O <sub>2</sub> disuelto
1	10/01/25	100	84.0	35	28	1,000	saturado
2	10/01/25	100	91.0	35	28	1,000	saturado
3	10/01/25	100	87.0	35	28	1,000	saturado
Promedio			87.3				

*Fuente: elaboración propia.*

**Figura 3**

*Valores de porcentaje de eclosión (H)*



*Fuente: Elaboración propia.*

**Tabla 5**

*Eficiencia de eclosión (HE)*

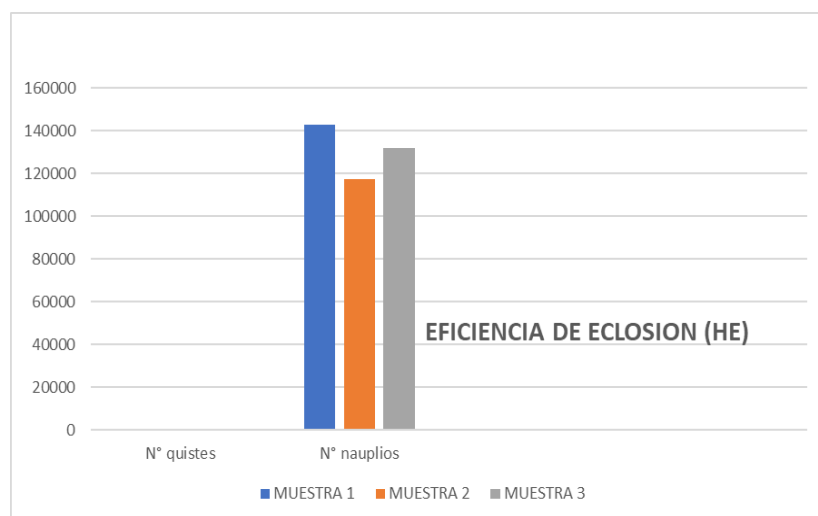
N° Pruebas	Cantidad de Quistes	Cantidad de nauplios
------------	---------------------	----------------------

1 Prueba	1.0 gr	142 915
2 Prueba	1.0 gr	117 567
3 Prueba	1.0 gr	135 320
Promedio		131 934

Fuente: Elaboración propia.

#### Figura 4

Valores de eficiencia de eclosión (HE)



Fuente Elaboración propia

#### Tabla 6

Tasa de eclosión (HR)

N° Pruebas	Tiempo (h)	T <sub>10</sub> (h)	T <sub>90</sub> (h)	Sincronía
Primera prueba	T <sub>0</sub> = 14:02	T <sub>10</sub> = 17:00	T <sub>90</sub> = 24:13	T <sub>s</sub> = 7:13
Segunda prueba	T <sub>0</sub> = 14:30	T <sub>10</sub> = 18:00	T <sub>90</sub> = 25:20	T <sub>s</sub> = 7:20
Tercera prueba	T <sub>0</sub> = 15:00	T <sub>10</sub> = 17:30	T <sub>90</sub> = 25:14	T <sub>s</sub> = 8:16
Promedio				T <sub>s</sub> = 7,49

Fuente: Elaboración propia.

$$\text{Tiempo (h)} T_s = T_{90} - T_{10}$$

T<sub>0</sub> = Hora desde el inicio de la incubación hasta el primer nauplio.

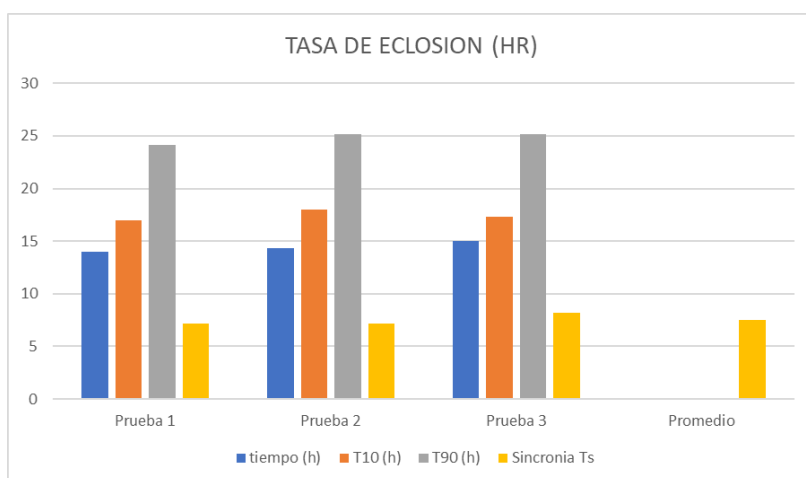
T<sub>10</sub> = Horas desde el inicio de la incubación hasta el 10% del total de nauplios.

T<sub>90</sub> = Horas desde el inicio de la incubación hasta el 90% del total de nauplios.

T<sub>s</sub> = Tiempo de sincronización o tasa de eclosión.

## Figura 5

Valores de la tasa de eclosión (HR)



Fuente: Elaboración propia.

## Tabla 7

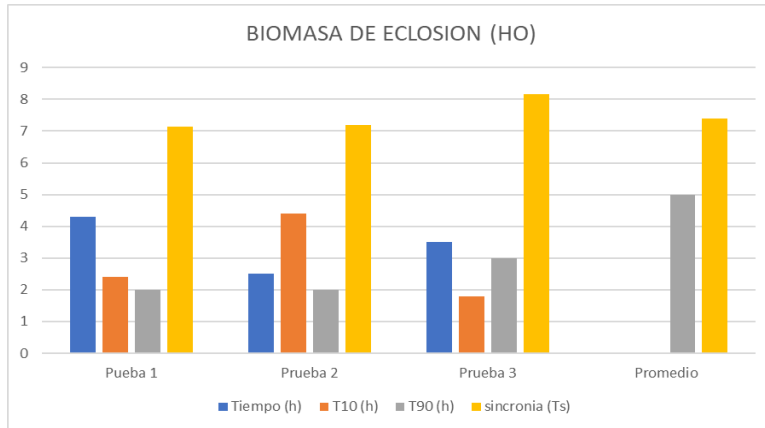
Biomasa de eclosión (HO)

N° PRUEBAS	Peso seco (gr)	Tiempo incubac (h)	Salinidad de agua	O <sub>2</sub> disuelto	T° (°C)	Illumin. (lux)	pH	TOTAL (gr)
1 Prueba	1	48	35 ppm	Saturado	28	1000	8.0	0.95
2 Prueba	1	48	35 ppm	Saturado	28	1000	8.0	0.98
3 Prueba	1	48	35 ppm	Saturado	28	1000	8.0	0.94
Promedio								0,95

Fuente: Elaboracion propia.

**Figura 6**

*Valores de la biomasa de eclosión (HO)*



*Fuente: Elaboración propia.*

#### 4.2. Contrastación de hipótesis

La contrastación de hipótesis se realizó mediante la aplicación de la prueba estadística T-Student, la misma que fue aplicada luego de comprobarse que los datos presentan una distribución normal.

La prueba de normalidad fue obtenida a través de la aplicación de la prueba de Shapiro-Wilk ya que la muestra es menor a 50 datos.

Para ello, se plantearon las siguientes hipótesis de normalidad:

- $H_1$ : Los datos no tienen una distribución normal.
- $H_0$ : Los datos tienen una distribución normal.

Además, se empleó un nivel de confianza:  $95\% = 0.95$  (normalidad), siendo el error el 5%, por lo que el nivel de significancia es de 0.05 ( $\alpha$ ).

La regla de decisión considerada fue:

- $p\text{-valor} > 0.05$  (no se rechaza la  $H_0$ )
- $p\text{-valor} < 0.05$  (Se rechaza la  $H_0$ )

**Tabla 7***Prueba de normalidad*

Parámetros	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
% eclosión	,204	3	.	,993	3	,843
Eficiencia de eclosión (He, Cantidad de nauplios)	,269	3	.	,949	3	,566
Tasa de eclosión (Ts)	,364	3	.	,801	3	,116
Biomasa de eclosión (Ho, Total en gramos)	,292	3	.	,923	3	,463

a. Corrección de significación de Lilliefors

En la Tabla 7, el p-valor = 0.843, 0.566, 0.116, 0.463 > 0.05 con gl=3, visualizándose que los datos sobre % de eclosión, eficiencia, tasa y biomasa de eclosión presentan una distribución normal por lo tanto se empleó una prueba paramétrica para su procesamiento (T-student).

Por ello, se plantearon las hipótesis estadísticas:

- HG1: Los tratamientos son eficientes (no existen diferencias significativas entre el %, la eficiencia, tasa y biomasa de eclosión).
- HG0: Los tratamientos no son eficientes (existen diferencias significativas entre el %, la eficiencia, tasa y biomasa de eclosión).

Se aplicó la prueba estadística de T-Student para identificar diferencias significativas:

**Tabla 8***Prueba estadística de T-Student*

Parámetros	Prueba para una muestra					
	T	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
% eclosión	43,073	2	,001	87,33333	78,6093	96,0573
Eficiencia de eclosión (He, Cantidad de nauplios)	17,566	2	,003	131,934000	99,61834	164,24966

Tasa de eclosión (Ts)	22,561	2	,002	7,496667	6,06697	8,92636
Biomasa de eclosión (Ho, Total en gramos)	79,599	2	,000	,95667	,9050	1,0084

Para la hipótesis específica 1, en la Tabla 8 se observa que el % eclosión como valor  $t=43.073$ ,  $gl=2$  y  $p\text{-valor}=0.001<0.05$ , por tanto, se rechaza  $H_0$  y se acepta la hipótesis alterna que indica que “Es posible medir el porcentaje de eclosión (H%) de los quistes de artemia de la laguna de Chilca” y ello implica que “No existen diferencias significativas entre el % de eclosión” y presenta un comportamiento homogéneo y han sido calculados de forma coherente.

Para la hipótesis específica 2, en la Tabla 8 se observa que, el nivel eficiencia de eclosión tiene como valor el  $t=17,566$ ,  $gl=2$  y  $p\text{-valor}=0.003$ , por tanto, se rechaza  $H_0$  y se acepta la hipótesis alterna que indica que “Es posible medir la eficiencia de eclosión (HE) de los quistes de artemia de la laguna de Chilca” y ello implica que “No existen diferencias significativas entre las eficiencias de eclosión” y presenta un comportamiento homogéneo y han sido calculados de forma coherente.

Para la hipótesis específica 3, En la Tabla 8 se observa que la Tasa de eclosión (HR) como valor  $T=22,561$ ,  $gl=2$  y  $p\text{-valor}=0.002<0.05$  y la biomasa de eclosión presenta un valor  $T=79,599$  y  $p\text{-valor}=0.000<0.05$ , por tanto, se rechaza  $H_0$  y se acepta la hipótesis alterna que indica que “Es posible medir la tasa de eclosión (HR) de los quistes de artemia de la laguna de Chilca” y ello implica que “No existen diferencias significativas entre las tasas de eclosión” y presenta un comportamiento homogéneo y han sido calculados de forma coherente.

Para la hipótesis específica 4, en la Tabla 8 se observa que la biomasa de eclosión tiene como valor  $T=79,599$ ,  $gl=2$  y  $p\text{-valor}=0.000<0.05$ , por tanto, se rechaza  $H_0$  y se acepta la hipótesis alterna que indica que “Es posible medir la biomasa de eclosión (HO) de los quistes de artemia de la laguna de Chilca” y ello implica que “No existen diferencias significativas entre las biomásas de eclosión” y presenta un comportamiento homogéneo y han sido calculados de forma coherente.

Por último, en cuanto a la hipótesis general, en la Tabla 8 se observa que el % eclosión como valor  $t=43.073$ ,  $gl=2$  y  $p\text{-valor}=0.001<0.05$ , el nivel eficiencia de eclosión tiene como valor el  $t=17,566$ ,  $gl=2$  y  $p\text{-valor}=0.003$ , para la tasa de eclosión el valor  $T=22,561$ ,  $gl=2$  y  $p\text{-valor}=0.002<0.05$  y la biomasa de eclosión presenta un valor  $T=79,599$ ,  $gl=2$  y  $p\text{-valor}=0.000<0.05$ , por tanto, se rechaza  $H_0$  y se acepta la hipótesis alterna que indica que “Es posible obtener los criterios de eclosión de los cistes de artemia de la laguna Chilca en laboratorio, Huacho, 2024”, ello implica que “no existen diferencias significativas entre el % la eficiencia, tasa y biomasa de eclosión” y presentan un comportamiento homogéneo y han sido calculados de forma coherente.

**Hipótesis de normalidad:**

- $H_1$ : Los datos no tienen una distribución normal.
- $H_0$ : Los datos tienen una distribución normal.

**Nivel de significancia**

- Nivel de confianza:  $95\%= 0.95$  (normalidad)
- Error:  $5\%= 0.05$  ( $\alpha$ )

**Regla de decisión:**

- $p\text{-valor}>0.05$  (no se rechaza la  $H_0$ )
- $p\text{-valor}< 0.05$  (Se rechaza la  $H_0$ )

**Prueba estadística de normalidad:**

Shapiro, Wilk  $n=<50$

**Tabla 9***Prueba de normalidad*

	<b>Pruebas de normalidad</b>					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
% eclosión	0.204	3	.	0.993	3	0.843
Eficiencia de eclosión (He, Cantidad de nauplios)	0.269	3	.	0.949	3	0.566
Tasa de eclosión (Ts)	0.364	3	.	0.801	3	0.116
Biomasa de eclosión (Ho, Total en gramos)	0.292	3	.	0.923	3	0.463

*Fuente: Elaboracion propia.*

**Interpretación:**

En la Tabla 8, el p-valor = 0.843, 0.566, 0.116, 0.463 > 0.05, los datos presentan una distribución normal y se tuvo que emplear una prueba paramétrica para su procesamiento (t-student).

**Aplicación de prueba estadística paramétrica (t-student)****Hipótesis estadística**

- $HG_1$ : Los tratamientos son eficientes (no existen diferencias significativas entre la eficiencia, tasa y biomasa de eclosión).
- $HG_0$ : Los tratamientos no son eficientes (no existen diferencias significativas entre la eficiencia, tasa y biomasa de eclosión).

**Nivel de significancia**

- Nivel de confianza 95% = 0.95 (normalidad)
- Error: 5% = 0.05 (a)

**Regla de decisión**

- p-valor > 0.05 (no se rechaza la  $H_0$ )
- p-valor < 0.05 (se rechaza la  $H_0$ )

## CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

La presente investigación tuvo como objetivo principal determinar los criterios de eclosión de los quistes de *Artemia* de la laguna de Chilca en condiciones de laboratorio, con el fin de proporcionar datos confiables que puedan ser utilizados en la optimización de procesos de producción y reproducción en acuicultura. Los resultados obtenidos permitirán ampliar el conocimiento sobre esta temática.

En el presente trabajo de investigación sobre los criterios de eclosión, se determinaron los parámetros definidos por Sorgeloos et al. (1983), que comprenden: el Porcentaje de Eclosión (HP), entendido como la proporción de quistes que eclosionan para convertirse en nauplios en relación con los quistes incubados; la Eficiencia de Eclosión (HE), que representa el número de nauplios obtenidos a partir de un gramo de quistes; la Tasa de Eclosión (HR), correspondiente al intervalo de tiempo en el cual eclosiona el 90 % de los quistes incubados; y el Rendimiento de Eclosión (HO), definido como la biomasa naupliar expresada en miligramos de peso seco obtenida por gramo de quistes.

Por su parte, Vanhaecke y Sorgeloos (1980) establecieron que la recolección de muestras debía realizarse directamente en los bancos de las salinas, y que las muestras debían conservarse en bolsas de plástico para mantener su integridad. En nuestro estudio se aplicó una técnica similar de recolección, seleccionando especialmente la zona este de la laguna, debido a que los vientos predominantes se encontraban direccionados hacia esa orilla, lo que facilitó la acumulación natural de los quistes. Para esta tarea se emplearon tamices de 100 micras, los cuales permitieron recoger con facilidad los quistes flotantes presentes en la superficie del agua.

Asimismo, los autores mencionados describen que durante la incubación de los quistes, en la parte superior del conjunto de incubadoras se debe disponer de un dispositivo fluorescente que proporcione una iluminación constante de aproximadamente 1800 lux durante todo el

proceso de eclosión, ya que la iluminación desencadena procesos fisiológicos esenciales (Sorgeloos, 1973). En nuestro experimento se instalaron tubos fluorescentes de 1000 lux en la parte superior de las incubadoras, lo cual permitió una iluminación continua y uniforme sobre los quistes. Este factor fue determinante en el desarrollo embrionario, confirmando que la luz constituye un elemento esencial en el proceso de eclosión.

Torres y Salas (2020), en su investigación titulada “Impacto de condiciones ambientales en la eclosión de quistes de artemias”, determinaron que las mejores tasas de eclosión se lograron a una temperatura de 25 °C y una salinidad de 35 g/L, resaltando la importancia de mantener condiciones estándar para obtener una eclosión eficaz. Comparativamente, en el presente trabajo los resultados se lograron bajo condiciones estándar de eclosión, consistentes en 48 horas de incubación, agua de mar con 35 ppm de salinidad, oxígeno saturado, temperatura de 25 °C, iluminación de 1000 lux y pH entre 8.0 y 8.5.

Por su parte, Cisneros (2002) realizó un trabajo experimental sobre la “Producción semiintensiva de biomasa de *Artemia franciscana* Kellogg 1906 (cepa Virrilá, Perú) utilizando diferentes dietas”, en el que, empleando 250 mg de quistes, obtuvo una eficiencia de eclosión (EE) de 382 000 nauplios/g, un porcentaje de eclosión (PE) del 99 % y una tasa de eclosión (TS) alcanzada a las 19 horas. En nuestro estudio, la eficiencia de eclosión a partir de 1 gramo de quistes alcanzó un valor de 131 934 nauplios/g, mientras que la tasa de eclosión osciló entre 14.02 y 15.00 horas.

Los resultados demostraron que la tasa de eclosión, la eficiencia y la biomasa de nauplios producidos varían significativamente según las condiciones de temperatura. La temperatura de 25 °C emergió como la condición óptima para la reproducción y eclosión de *Artemia* de la laguna de Chilca, resultados que coinciden con los obtenidos por Torres y Salas (2020) y Moraga et al. (2015). La influencia de la salinidad también resultó particularmente relevante, dado que las poblaciones locales se encuentran adaptadas a niveles salinos elevados,

por lo que condiciones cercanas a estos valores favorecen la sincronización y la tasa de eclosión. Aunque se controlaron otros factores como pH, oxígeno disuelto y luminosidad, estos también pueden influir en los resultados, aunque en menor medida.

La comparación con estudios internacionales evidencia que las condiciones ambientales del sitio de origen ofrecen ventajas naturales para la eclosión, y que replicarlas en laboratorio permite obtener mejores rendimientos. En relación con la tasa de eclosión (HR), los valores promedios de aproximadamente 7.5 horas para completar el 90 % de la eclosión reflejan una buena sincronización del proceso. En nuestro caso, se logró un valor de 7.49 horas, muy cercano al reportado por Torres y Salas (2020), quienes también determinaron que las condiciones ideales para una eclosión eficiente se sitúan alrededor de 25 °C y 35 g/L de salinidad.

La homogeneidad estadística encontrada en los resultados, verificada mediante pruebas de normalidad y comparación de medias, respalda la reproducibilidad y confiabilidad de los datos obtenidos bajo diferentes condiciones experimentales. En cuanto a los parámetros de eficiencia y tasa de eclosión, los resultados estadísticamente homogéneos, con valores promedio de 131 934 nauplios por gramo de quistes y una tasa de eclosión de aproximadamente 7.5 horas, coinciden con los parámetros ideales descritos por Bruggeman et al. (1979) y Ramírez (2019).

La heterogeneidad observada entre poblaciones sugiere que el origen y el tratamiento previo de los quistes influyen en su rendimiento; sin embargo, en este estudio no se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas en dichos aspectos. Por otro lado, los parámetros de eclosión como el porcentaje de eclosión (H%), la eficiencia (HE), la tasa (HR) y la biomasa (HO), mostraron valores consistentes y relevantes en las condiciones experimentales establecidas.

La eficiencia de eclosión promedio fue de 87.3 %, con un porcentaje de eclosión cercano al 87 %, lo que indica que las condiciones de incubación propuestas de salinidad de 35 ppm, temperatura de 28 °C, oxígeno saturado y luz constante fueron óptimas para la desencapsulación y eclosión de los quistes de Chilca. En nuestro caso, el porcentaje de eclosión promedio obtenido en las tres pruebas, a partir de 100 quistes, fue de 87.3 %, bajo salinidad de 35 ppm, temperatura de 28 °C, iluminación de 1000 lux y oxígeno saturado. Estos resultados coinciden con los reportes de Delgado y Nava (1987) y Cisneros (2002), quienes demostraron que condiciones similares favorecen tasas elevadas de eclosión.

La biomasa de eclosión (HO), con valores cercanos a 0.95 g de peso seco por gramo de quiste, concuerda con estudios nacionales e internacionales que señalan que la calidad del quiste y las condiciones de incubación influyen directamente en la cantidad de biomasa producida. La comparación con los resultados de Quiñones y Rojas (2023) refuerza la importancia de ajustar las variables ambientales para maximizar la producción de nauplios y mejorar la rentabilidad del proceso.

Asimismo, la sincronía en la eclosión, con un tiempo promedio de 7.5 horas, evidencia una homogeneidad adecuada en la respuesta de los quistes, lo que facilita la obtención de nauplios en estados fisiológicos similares, condición fundamental para su uso eficiente en programas de cría y alimentación acuícola. La biomasa promedio de 0.95 g por gramo de quistes, con valores observados entre 0.94 y 0.98 g, confirma que la producción en laboratorio puede ser altamente eficiente cuando se mantienen condiciones ambientales controladas, aspecto esencial para reducir costos y asegurar la disponibilidad de nauplios de calidad durante todo el año.

Desde el punto de vista estadístico, las pruebas de normalidad y las comparaciones paramétricas confirmaron que las variables de interés presentan una distribución normal, lo que permitió aplicar la prueba t de Student para evaluar la homogeneidad de los resultados. La

ausencia de diferencias significativas entre las medias de los parámetros de eclosión en las distintas muestras y tratamientos indica que las condiciones experimentales del laboratorio fueron robustas y reproducibles, aportando validez y confiabilidad a los resultados y conclusiones del estudio.

## CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1. Conclusiones

- Es posible obtener criterios precisos de eclosión de los quistes de Artemia de la Laguna de Chilca en condiciones de laboratorio, bajo parámetros controlados de iluminación, salinidad, temperatura, pH y oxigenación.
- Los parámetros físico-químicos del agua de Chilca, como niveles de oxígeno disuelto, pH y conductividad, influyen significativamente en la calidad de los quistes y en los resultados de eclosión.
- La tasa de eclosión (HR), promedio fue de 7.49 Rango de tiempo en el cual eclosionan el 90 % de los quistes en incubación.
- Porcentaje de eclosión (H%) dio 87.3 % en condiciones de 35 ppm de salinidad, temperatura del agua 28 °C, iluminación de 1,000 lux y O<sub>2</sub> disuelto saturado, lo cual se considera como bueno.
- La eficiencia de eclosión (HE) se obtuvo de 131.934 nauplios promedio a partir de un gramo de quistes incubado bajo condiciones estándar (48 hrs. de incubación, agua de mar de 35 ‰ saturada de oxígeno a 25°C, mínimo de 1000 lux de iluminación y pH entre 8.0 y 8.5).
- Biomasa de eclosión (HO) fue un total de 0.95 gramos a partir de 1 gramo. De quistes secos incubados en 48 horas, salinidad del agua de 35 ppm, Oxígeno saturado, temperatura del agua en 28 °C, iluminación 1,000 lux y pH del agua 8.0
- La reproducción de Artemia de la laguna de Chilca en laboratorio es factible y puede convertirse en una fuente sostenible de quistes para actividades acuícolas, reduciendo la dependencia de fuentes externas.

- La incorporación de los criterios de eclosión obtenidos en esta investigación puede optimizar los procesos de producción de Artemia en la región, favoreciendo el desarrollo de la acuicultura y promoviendo la sostenibilidad ambiental y económica.

## **6.2. Recomendaciones**

- Optimizar las condiciones ambientales en los laboratorios, ajustando la salinidad, temperatura y pH según los valores identificados como más efectivos para maximizar la eclosión de los quistes de Artemia de la laguna de Chilca.
- Implementar protocolos estandarizados para las labores de campo como: recolección, limpieza y almacenamiento de quistes en función de las buenas prácticas observadas en la investigación, garantizando la calidad y viabilidad del producto.
- Promover la capacitación del personal especializado en técnicas de laboratorio para la medición precisa de los parámetros de eclosión, biomasa y biometría de los quistes.
- Establecer un programa de monitoreo periódico de las condiciones físico-químicas de la laguna, para ajustar en tiempo real las condiciones de cultivo y recolección.
- Solicitar al Ministerio del Ambiente que a través del ANA, OEFA, realicen políticas de protección al recurso Artemia de los efectos antrópicas que contaminan el agua de las salinas de Chilca con el fin de salvaguarda al recurso artemia.
- Evaluar la viabilidad económica de la producción y almacenamiento de quistes en condiciones controladas, para potenciar su uso en actividades acuícolas y comerciales en la región.

- Difundir los resultados y metodologías a través de publicaciones científicas y talleres dirigidos a productores y técnicos en acuicultura, promoviendo la adopción de buenas prácticas.

## CAPÍTULO VII: REFERENCIAS

### 7.1. Fuentes bibliográficas

- Ahsan, M. N., et al. (2018). *Effects of Environmental Conditions on the Hatching and Growth of Artemia*. *Aquatic Biology*, 25(2), 73-80.
- Briones Pino, Fabricio Alexis (2024). *Comparación de la Artemia franciscana y Artemia parthenogénica implementada en la alimentación de postlarvas de camarón Penaeus vannamei en un sistema de producción*. Universidad Estatal Península de Santa Elena Facultad de Ciencias del Mar. La Libertad – Ecuador 2024.
- Cabrera, M., et al. (2019). *Nutritional Value of Artemia for Aquaculture: A Review*. *Journal of Aquaculture Research & Development*, 10(3), 1-10.
- Cisneros, A. (2002). *Producción Semi intensiva de Biomasa de Artemia Franciscana Kellogg 1906 (Cepa Virrilá, Perú) utilizando diferentes dietas*. Tesis Maestría – UNMSM.
- Delgado, J. y Nava, H. (1987), quistes de artemia obtenidos en Tumbes, Huacho y Chilca con una variedad comercial del Gran Lago Salado, Utah  
[repositorio.imarpe.gob.pe](http://repositorio.imarpe.gob.pe)
- Eslava-Eljaiek, Pedro Eberhard Wedler y Daniel Serna Macias (2011) *Revista Intrópica ISSN 1794*, 101- 108. Santa Marta, Colombia.
- Fernández, M. et al. (2022), The results indicate that Artemia has a preference for food of specific size. The ... Artemia must, *Journal of Crustacean* - [academic.oup.com](http://academic.oup.com)
- ROGRAMA COOPERATIVO GUBERNAMENTAL FAO – ITALIA por: Patrick Sorgeloos, Patrick Lavens. Philippe Lè, Win Tackaert, Danny Versichele Centro de Referencia de Artemia, Rozier 44, B-9000 Gent.
- FAO (2021) Artemia issues and opportunities, similar to the breakthrough in Artemia use in aquaculture following the FAO

- Flores, J., & Mendoza, A. (2021). *Evaluación de la calidad de quistes de artemias en el sur de Perú*. *Revista Peruana de Acuicultura*, 5(2), 45-58.
- Jiménez Albino, M.A. Bióloga. Clinical Data Manager (CDM), *Merck Sharp And Dome (MSD)*, Bogotá, Colombia.
- Hernández, J., & Alvarado, B. (2018). *Effect of light on the hatching of Artemia cysts*. *Aquaculture International*, 26(6), 1637-1649.
- Hernández Sampieri (2018) *Metodología de la investigación*  
 Segunda edición Centro de investigación de la universidad de Calaya Instituto Politecnico NACIONAL Mc GRAW-HILL, Mexico
- Kakoolaki, S., et al. (2020). *The Effects of Temperature and Salinity on Artemia hatching: A Comparative Study*. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 19(1), 45-58.
- Morales, I., et al. (2021). *Environmental Stressors Affecting the Viability of Artemia Cysts in Chilca Lagoon*. *Marine Environmental Research*, 167, 105258.
- Moraga, P., Ávila R. y Vilaxa, A. (2015). Salinidad y temperatura óptimas para reproducción ovípara y desarrollo de *Artemia franciscana*
- <sup>1</sup> Centro de Estudios Marinos y Limnológicos, Universidad de Tarapacá, Facultad de Ciencias. Arica, Chile.
- Poverenny, T. et al. (2021). *Influence of temperature on Artemia hatching*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 487, 123-133.
- Quiñones, E., & Rojas, T. (2023). *Influencia de la salinidad sobre la eclosión de Artemia*. *Aquatic Biology*, 9(5), 77-85.
- Ramírez, L. (2019). *Evaluación de la viabilidad de quistes de artemias en condiciones controladas*. *Journal of Aquatic Research*, 11(1), 23-30.
- Sorgeloos; et al. (1986) *Manual para el Cultivo y uso de Artemia en Acuicultura*, C.R.A, Rozier 44 B-9000 Gent Bélgica.

Torres, R., & Salas, P. (2020). *Impacto de condiciones ambientales en la eclosión de quistes de artemias de la Laguna de Chilca*. Ciencia y Tecnología del Agua, 14(3), 89-96.

Valenzuela, J., et al. (2022). *Optimization of Hatching Conditions for Artemia Cysts: Implications for Aquaculture*. Aquaculture International, 30, 213-230.

## 7.2. Fuentes hemerográficas

F Amat – 1985 campañas de inoculación de Artemia procedente de la bahía de San Francisco en enormes salinas del estado de Rio Grande do Norte (Brasil) digital.csic.es

Benavides, J. (2021). *Suplementación vitamínica en la acuicultura: Beneficios en el crecimiento post-larval de crustáceos*. Revista Acuícola, 22(3), 15-18.

Bowen et al., 1978 Artemia populations lacking a basolateral gonopodal spiniform projection in Europe and Africa, particularly around the Mediterranean Basin, is Artemia

Gutiérrez, M. (2020). *Acuicultura sostenible: Nuevas estrategias para el cultivo de camarón de río en Perú*. Aqua Perú, 35(4), 24-29

## 7.3. Fuentes electrónicas

Cisneros, 2022 Revista AquaTIC, 56, pp. 1-14. Año 2020 ISSN 1578-4541  
<http://www.revistaaquatic.com>

Pérez, J. (2024) *Filosofía de la ciencia - Qué es, definición, historia y características*.  
<https://definicion.de/filosofia-de-la-ciencia/>

Sidi, G. y Amat, F. (2020) Valorisation des Ressources Marines et Littorales et Systématique Moléculaire. University of Mostaganem Abdelhamid Ibn Badis, Mostaganem, Algérie.  
2Departamento de Biología, Cultivo y Patología de Especies Marinas, Instituto de Acuicultura de Torre la Sal Castellón, España.

Vanhaecke y Sorgeloos (1980) clasificación de quistes de Artemia según su diámetro que se divide en tres grupos: <https://www.redalyc.org/journal>

## ANEXOS

**Figura 7**

*Laguna La Milagrosa*



*Fuente: Fotografía propia.*

**Figura 8**

*Muestra de agua de la Laguna La Milagrosa*



*Fuente: Fotografía propia.*

**Figura 9**

*Recolección de muestras de cistes de artemia*



*Fuente: Fotografía propia.*

**Figura 10**

*Análisis del agua de la laguna La Milagrosa*



*Fuente: Fotografía propia.*

## **Figura 11**

*Conteo de cistes de artemia*



*Fuente: Fotografía propia.*

## **Figura 12**

*Implementación de oxígeno e iluminación para la eclosión de los cistes de artemias*



*Fuente: Fotografía propia.*

### **Figura 13**

*Tamizado de nauplios de artemias*



*Fuente: Fotografía propia.*

### **Figura 14**

*Proceso de filtrado de nauplios de artemias*



*Fuente: Fotografía propia.*

**Figura 15**

*Biomasa de nauplios de artemias*



*Fuente: Fotografía propia.*

FICHA TECNICA SOBRE LA RECOLECCION DE MUESTRA DEL AGUA

FECHA	valores	cantidad
HORA		
PROCEDENCIA		
RESPONSABLE		
T° Superficial	°C	
Salinidad	ppm	
Oxígeno Disuelto	ml/L	
pH	valores	
Amonio	ml/L	
ClNa	ml/L	
Nitrito	ml/L	
Nitrato	ml/L	
Color		
Sabor		
Olor		

FICHA TECNICA PARA RECOLECTAR MUESTRAS DE QUISTES DE ARTEMIAS

FECHA	Valores
HORA	
LUGAR	
RESPONSABLE	
CANTIDAD DE LA MUESTRA	gr
SALINIDAD DEL AGUA	ppm
TEMPERATURA DEL AGUA	°C
INSTRUMENTO DE RECOLECCION	Tamiz