UNIVERSIDAD ESTATAL

PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD CIENCIAS DEL MAR

CARRERA DE BIOLOGÍA

¨EVALUACIÓN DEL CLORO (NaOCl) COMO AGENTE BACTERICIDA EN EL AGUA DESTINADA A LA PRODUCCIÓN LARVARIA DE CAMARÓN. ¨

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previa a la obtención del Título de:

BIÓLOGO

AUTOR:

APOLO JARAMILLO BRUNO JOSÉ

TUTOR:

Ac. SONNYA MENDOZA LOMBANA Ph.D

PERÍODO

2026

UNIVERSIDAD ESTATAL

PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR

CARRERA DE BIOLOGÍA

¨¨EVALUACIÓN DEL CLORO (NaOCl) COMO AGENTE BACTERICIDA EN EL AGUA DESTINADA A LA PRODUCCIÓN LARVARIA DE CAMARÓN.¨

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previa a la obtención del Título de:

BIÓLOGO

AUTOR:

APOLO JARAMILLO BRUNO JOSÉ

TUTOR:

Ac. SONNYA MENDOZA LOMBANA Ph. D.

PERÍODO

2026

DECLARACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de Docente Tutor del Trabajo de Integración Curricular, "EVALUACIÓN DEL CLORO (NaOCl) COMO AGENTE BACTERICIDA EN EL AGUA DESTINADA A LA PRODUCCIÓN LARVARIA DE CAMARÓN**",** elaborado APOLO JARAMILLO BRUNO JOSÉ**,** estudiante de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Biólogo, me permito declarar que luego de haber dirigido su desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por la cual, apruebo en todas sus partes, encontrándose apto para la evaluación del docente especialista.

Atentamente

Ac. Sonnya Mendoza Lombana. PhD.

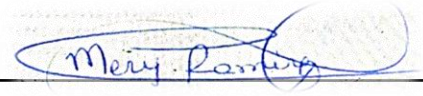
Docente tutor

C.I.091280281

DECLARACIÓN DEL DOCENTE DE ÁREA

En mi calidad de docente especialista, del trabajo de integración curricular ¨**EVALUACIÓN DEL CLORO (NaOCl) COMO AGENTE BACTERICIDA EN EL AGUA DESTINADA A LA PRODUCCIÓN LARVARIA DEL CAMARÓN**¨, elaborado por **Apolo Jaramillo Bruno Jose**, estudiante de la carrera de Biología, facultad Ciencias del Mar de la Universidad Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de biólogo, me permito declarar que luego de haber evaluado el desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por la cual declaro que se encuentra apto para su sustentación.

Atentamente



Q.F. Mery Rosario Ramírez Ph.D.

DOCENTE DE ÁREA

CI: 0907694186

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a Dios, fuente de fortaleza y sabiduría en cada paso de mi camino.

A mis padres, por su apoyo inagotable, por sus consejos y por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia.

A mi familia, que siempre estuvo presente con palabras de ánimo y fe en mis capacidades.

Y a todas las personas que me acompañaron de alguna forma durante este proceso, motivándome a seguir hasta alcanzar esta meta.

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mis sinceros agradecimientos a la Universidad estatal Península de Santa Elena, a la administración de la Facultad de Ciencias del mar, junto a cada uno de los admirados docentes de áreas de la carrera de Biología, por haberme brindado la oportunidad de compartir sus conocimientos, experiencias y virtudes que no solo aportaron al desarrollo de un buen profesional sino también un excelente ser humano unidos por la noble vocación de ser biólogos.

Extiendo un especial reconocimiento a mi tutora Ac. Sonnya Mendoza Lombana Ph.D, por su tiempo, orientación, colaboración, empatía y paciencia en el desarrollo de este trabajo.

También quiero extender mis agradecimientos al gran laboratorio Fuentes Del Mar, sus administradores y colaboradores, al laboratorio de microbiología Nuevagestion SA, ambos por acogerme en este periodo de investigación como parte de la familia.

TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de Integración Curricular presentado por **Apolo Jaramillo Bruno José**, como requisito parcial para la obtención del grado de Biólogo de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Trabajo de Integración Curricular **APROBADO** el: 9 de diciembre del 2025

Ing. Jimmy Villón Moreno, M.Sc.
DIRECTOR/A DE CARRERA
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Q.F. Mery Rosario Ramírez Ph.D.
PROFESOR DE ÁREA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ac. Sonnya Mendoza Lombana, Ph.D.
DOCENTE TUTOR
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Blgo. Richard Duque Marín, M.Sc.
DOCENTE GUÍA DE LA UIC II
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Lic. Pascual Roca Silvestre, M.Sc.
SECRETARIO/A DEL TRIBUNAL

DECLARACIÓN EXPRESA

Yo, APOLO JARAMILLO BRUNO JOSÉ, declaro que el presente trabajo de titulación “Evaluación del cloro como agente bactericida en el agua destinada a la producción larvaria de camarón”, es de mi exclusiva autoría. Asumo plena responsabilidad por el contenido, las ideas, los procedimientos metodológicos y los resultados aquí expuestos.

Además, reconozco que los derechos patrimoniales e intelectuales de este trabajo pertenecen a la Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE), conforme a las disposiciones institucionales vigentes.

Apolo Jaramillo Bruno José
C.I. 0707061008

ÍNDICE GENERAL

Resumen ix
Abstract x
I. Capítulo 11
1.1. INTRODUCCIÓN 11
1.2. Problemática 14
1.3. Justificación 16
1.4. Objetivos 18
1.4.1. Objetivo general 18
1.4.2. Objetivos específicos 18
1.5. Hipótesis 18
II. Capitulo 19
2.1. MARCO TEÓRICO 19
2.1.1. Acuicultura y producción larvaria de camarón 19
2.1.2. El camarón en la industria acuícola 20
2.1.3. Etapas de la producción larvaria. 21
2.2. Calidad del agua en la producción larvaria 22
2.2.1. Parámetros fisicoquímicos 22
2.2.2. Parámetros microbiológicos 24
2.3. Carga bacteriana en ambientes de cultivo 25
2.3.1. Género Vibrio y su impacto en larvas de camarón 25
2.3.2. Resistencia bacteriana en sistemas acuícolas 26
2.3.3. ¿Por qué la fase luna nueva y luna llena? 27
2.4. Métodos de desinfección del agua en acuicultura 28
2.4.1. Métodos químicos (cloro, peróxido de hidrógeno, formalina) 29
2.5. Cloro como agente desinfectante 30
2.5.1. Formas de aplicación en acuicultura 31
2.5.2. Ventajas del uso de cloro 32
2.5.3. Limitaciones y riesgos del uso del cloro 33

2.6. Métodos de análisis y monitoreo del cloro 33
2.6.1. Técnicas de medición de cloro libre y total 34
2.7. Relevancia del monitoreo en reservorios de agua 35
2.8. Impacto del cloro en la producción larvaria 36
2.9. Agar TSA 37
2.10. Agar TCBS 39
III. CAPITULO 41
3.1. MARCO METODOLÓGICO 41
3.2. Área de estudio 41
3.3. Monitoreos 42
3.4. Dosificaciones suplementarias 44
3.5. Dosificaciones 46
3.6. Cálculo de concentración de cloro por ppm 47
3.6.1. 2ppm 48
3.6.2. 5ppm 48
3.6.3. 8ppm 49
Dosificaciones suplementarias 50
3.6.4. 20 ppm 50
3.6.5. 50 ppm 50
3.6.6. 80 ppm 51
3.7. Evaluación física y química del agua 52
3.7.1. Parámetro: pH 52
3.7.2. Parámetro: Temperatura 53
3.7.3. Parámetro: Salinidad 54
3.7.4. Parámetro: Cloro libre 54
3.7.5. Parámetro: Disponibilidad de Oxigeno 56
3.8. Evaluación microbiológica 57
3.8.1. Preparación de los medio de cultivo. 59
3.9. Diluciones 60
3.10. Método estadístico para utilizar 61

IV. Capitulo 63
4.1. Análisis e interpretación de resultados 63
4.1.1. Resultados del primer monitoreo 63
4.1.2. Resultados del segundo monitoreo 65
4.1.3. Resultados del tercer monitoreo 68
4.1.4. Resultados del cuarto monitoreo 71
4.1.5. Resultados del quinto monitoreo 74
4.1.6. Resultados del sexto monitoreo 76
4.2. Resultados de la perduración del cloro a diferentes tiempos de exposición 81
4.3. Resultados del comportamiento promedio de parámetros fisicoquímicos del cloro 83
4.4. Promedio de la acción bactericida en las dosificaciones definitivas 86
4.5. Prueba de hipótesis 89
V. Capitulo 91
5.1. Discusiones 91
5.2. Conclusiones 93
5.3. Recomendaciones 95
Referencias bibliográficas 96
DECLARACIÓN DEL DOCENTE TUTOR ..... **¡Error! Marcador no definido.**

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura 1. Ubicación geográfica. 42
Figura 2. Esquema del sistema experimental 43
Figura 3. Medidor digital portátil de Ph 52
Figura 4. Medidor portátil multiparámetro Prosolo. 53
Figura 5. Medidor portátil multiparámetro Prosolo 54
Figura 6. Fotómetro portátil Ysi9300 55
Figura 7. Reacción de pastilla dpd1 con la muestra del tanque M11. 55
Figura 8. Medidor portátil multiparámetro Prosolo 56
Figura 9. Diluciones seriadas 1:10 61
Figura 10. Esquema del sistema experimental para dosificaciones definitivas 44
Figura 11. Curva de reducción bacteriana – primer monitoreo 65
Figura 12. Curva de reducción bacteriana – segundo monitoreo 67
Figura 13. Curva de reducción bacteriana – tercer monitoreo 70
Figura 14. Curva de reducción bacteriana – cuarto monitoreo 73
Figura 15. Curva de reducción bacteriana – quinto monitoreo 75
Figura 16. Curva de reducción bacteriana – sexto monitoreo 78
Figura 17. Curva promedio de reducción bacteriana 80
Figura 18. Curva de reducción del cloro en función del tiempo 82
Figura 19. Curva de comportamiento promedio de parámetros físico-químicos del cloro en función del tiempo 85
Figura 20. Curva promedio de la acción bactericida en las dosificaciones definitivas 87

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cronograma de los monitoreos a realizar acorde a las fases lunares de los meses agosto, septiembre y octubre. 45
Tabla 2. Dosificaciones de cloro al 10% para los reservorios. 46
Tabla 3. Análisis microbiológicos antes y después de la aplicación de cloro. 57
Tabla 4. Análisis microbiológicos antes y después de las dosificaciones definitivas. 58
Tabla 5. Análisis microbiológico del primer monitoreo (pre y post desinfección)... 63
Tabla 6. Análisis microbiológico del segundo monitoreo (pre y post desinfección) 66
Tabla 7. Análisis microbiológico del tercer monitoreo (pre y post desinfección) 68
Tabla 8. Análisis microbiológico del cuarto monitoreo (pre y post desinfección) ... 71
Tabla 9. Análisis microbiológico del quinto monitoreo (pre y post desinfección) ... 74
Tabla 10. Análisis microbiológico del sexto monitoreo (pre y post desinfección)... 76
Tabla 11. Resultado promedio del análisis microbiológico de los monitoreos (pre y post desinfección)..... 79
Tabla 12. Perduración promedio del cloro libre y total en función del tiempo y concentración 81
Tabla 13. Comportamiento promedio de parámetros físico-químicos del cloro..... 83
Tabla 14. Promedio de la acción bactericida en las dosificaciones definitivas (pre y post desinfección)..... 86
Tabla 15. Prueba de hipótesis mediante el coeficiente de correlación de Pearson ... 89

GLOSARIO Y SIMBOLOGÍA

- **Larvicultura**: Proceso de crianza de organismos acuáticos durante su etapa larvaria.
- **Nauplio**: Primera fase larvaria del camarón posterior a la eclosión.
- **Zoea**: Segunda fase larvaria del camarón, caracterizada por su capacidad natatoria.
- **Mysis**: Fase larvaria previa a la postlarva, con apariencia similar a un camarón pequeño.
- **Postlarva**: Etapa final de la larvicultura antes del traslado a las fases de precría o engorde.
- ***Vibrio spp***: Género de bacterias comunes en ambientes acuáticos; algunas especies son patógenas para los camarones.
- **EMS:** (Síndrome de Mortalidad Temprana): Enfermedad bacteriana que afecta a los camarones durante las primeras etapas de cultivo.
- **Cl_2**: Cloro molecular.
- **Ppm**: Partes por millón.
- **NaOCl**: Hipoclorito de sodio.
- **pH**: Potencial de hidrógeno (medida de acidez o alcalinidad).
- **HOCl**: Ácido hipocloroso.

- **OCl^-**: Ion hipoclorito.
- **THMs**: Trihalometanos.
- **1:10**: Relación de dilución (una parte de muestra por diez de diluyente).
- **Vi**: Volumen inicial.
- **Vf**: Volumen final.
- **Ci**: Concentración inicial.
- **Cf**: Concentración final.

ABREVIATURAS

- **DPD**: N,N-dietil-p-fenilendiamina (reactivo para medir cloro libre).
- **TCBS**: Thiosulfate-Citrate-Bile Salts-Sucrose Agar (medio selectivo para *Vibrio spp*.).
- **TSA**: Tryptic Soy Agar (medio general para bacterias totales).
- **UFC**: Unidades Formadoras de Colonias.
- **TQ**: Tanque
- **OMS** : Organización Mundial de la Salud

Resumen

El objetivo de este estudio fue evaluar el uso del cloro (NaOCl) como bactericida en el agua destinada a la producción larvaria de camarón, mediante el análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, con el fin de determinar su efectividad en la calidad del agua. El marco metodológico adoptó un enfoque cuantitativo de tipo experimental evaluando parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en los medios TSA y TCBS en el laboratorio Fuentes del Mar, ubicado en la provincia de Santa Elena, donde se realizaron seis monitoreos experimentales en tres reservorios tratados con concentraciones de 2 ppm, 5 ppm y 8 ppm, además se hicieron pruebas complementarias con dosificaciones definitivas de 20 ppm, 50 ppm y 80 ppm en otros tres reservorios. Los principales resultados demostraron una correlación positiva ($r = 0.912$; $p = 0.001$) entre la concentración de cloro y la reducción bacteriana, mostrando que las dosis de 5 ppm y 8 ppm lograron reducciones superiores al 65% en bacterias totales y al 75% en vibrio, sin embargo, en las concentraciones definitivas de 80 ppm se alcanzó una eliminación del 100% de carga bactericida en ambos medios de cultivo, evidenciando el poder de eficacia del cloro (NaOCl) en niveles elevados. Por lo tanto, se concluyó que la aplicación de cloro (NaOCl) a diferentes concentraciones demuestra que tiene un proceso de desinfección como agente bactericida muy efectivo en los tanques de reservorio.

Palabras clave: cloro; agente bactericida; carga bacteriana; producción larvaria; análisis microbiológico; parámetros fisicoquímicos.

Abstract

The objective of this study was to assess the use of chlorine as a bactericidal agent in water intended for shrimp larval production, through the analysis of physicochemical and microbiological parameters, in order to determine its effectiveness on water quality. The methodological framework adopted a quantitative and experimental approach, evaluating physicochemical and microbiological parameters using TSA and TCBS media at the "Fuentes del Mar" laboratory, located in the province of Santa Elena. Six experimental monitoring sessions were carried out in three reservoirs treated with chlorine concentrations of 2 ppm, 5 ppm, and 8 ppm, in addition to complementary tests with definitive dosages of 20 ppm, 50 ppm, and 80 ppm in three additional reservoirs. The main results showed a positive correlation ($r = 0.912$; $p = 0.001$) between chlorine concentration and bacterial reduction, indicating that doses of 5 ppm and 8 ppm achieved reductions above 65% in total bacteria and 75% in *Vibrio spp*. However, at the definitive concentration of 80 ppm, a 100% elimination of bacterial load was achieved in both culture media, demonstrating the high bactericidal efficiency of chlorine (NaOCl) at elevated levels. Therefore, it was concluded that the application of chlorine (NaOCl) at different concentrations exhibits a highly effective disinfection process as a bactericidal agent in reservoir tanks.

Keywords: chlorine; bactericidal agent; bacterial load; larval production; microbiological analysis; physicochemical parameters.

I. Capítulo

1.1. INTRODUCCIÓN

La acuicultura representa una parte importante de la economía en todo el mundo debido a su actividad relevante para la generación de alimento y en general para el desarrollo progresivo de las sociedades a través del empleo, esto aumenta considerablemente en países que tienen zonas costeras (Guélac et al., 2023). No obstante, una de las actividades con mayor importancia dentro de este campo es la producción de camarón, el cual ha incrementado con los años en gran medida, siendo Ecuador uno de los países exportadores de este bien, el cual es muy valorado en el mundo (Jiménez et al., 2021).

Desde esta perspectiva, es interesante analizar el proceso de este cultivo, sabiendo que, en etapas tempranas, el agua tiene un rol importante, porque la calidad que tenga esta determina la supervivencia y el desarrollo correcto de las larvas. Sin embargo, para que la calidad del agua sea óptima, se deben analizar los parámetros fisicoquímicos como el pH, el oxígeno, la salinidad, entre otros, pero también se debe tomar en cuenta el nivel de carga microbiológica (Pin et al., 2024). Es decir, no se debe pasar por alto la presencia de bacterias dentro del agua, siendo importante evaluar especialmente las bacterias de género vibrio que es una de las amenazas más grandes dentro de los espacios de larvicultura (Velásquez et al., 2023).

Por lo tanto, desinfectar el agua es una actividad esencial para el crecimiento óptimo de las larvas, siendo el cloro uno de los desinfectantes usados con más frecuencia dentro de los laboratorios por su fácil acceso, bajo costo y la efectividad bactericida que tiene (Villón et al., 2025). Sin embargo, dentro de este contexto, es fundamental conocer la forma correcta de su aplicación, ya que un mal uso puede afectar considerablemente la calidad del agua y el desarrollo correcto de las larvas (Ocampo et al., 2022). En este ámbito, resulta importante también conocer las condiciones del ambiente en que se encuentra el agua, ya que esto puede cambiar de cierta forma las evaluaciones. No obstante, muy aparte de los parámetros técnicos, resulta importante tomar en cuenta el contexto donde se desarrollan estas actividades, ya que muchos laboratorios no disponen de los recursos necesarios para operar de forma adecuada, lo que involucran decisiones más limitadas en cuanto a costo y eficacia (Ortega y Elizalde, 2024). Esto genera consecuencias dentro del proceso de crecimiento de las larvas, ya que la desinfección no se encuentra bien ejecutada, lo que compromete la sanidad de cultivo y, además, las bacterias se vuelven mucho más resistentes. Esto hace necesario que el cloro sea aplicado de forma racional y en función de las condiciones del ambiente para que tenga la eficacia necesaria en el largo plazo.

Por otro lado, la sostenibilidad dentro de este escenario ha sido un punto a favor, pues el interés cada vez mayor de buenas prácticas dentro de la acuicultura hace que los laboratorios sean más responsables con su producción (Alonso y Ruiz, 2025). De

esta forma, la utilización de productos químicos se vuelve más cuidadosa y se implementan planes de seguimiento de forma regular para evaluar los parámetros del agua. Esto deja ver que la incorporación de sistemas de monitoreo junto con procesos de desinfección óptimos puede ser un avance importante para la mejora de la bioseguridad en la producción larvaria.

En este sentido, el propósito del estudio es evaluar la efectividad que tiene el cloro (NaOCl) como agente bactericida en el agua que se usa para el crecimiento y desarrollo de larvas de camarón, determinando el impacto que tiene para reducir la carga bacteriana. Con esto, se pretende aportar con información actual y confiable que permita mejorar los procesos de desinfección en los sistemas de larvicultura, destacando las prácticas más eficaces y seguras para mantener el cultivo en óptimas condiciones. También se busca generar recomendaciones prácticas que sirvan como pilar para fomentar una acuicultura más responsable aplicable tanto a menor como a mayor escala.

1.2. Problemática

La problemática dentro de este contexto de estudio se basa en los desafíos que se enfrentan los sistemas de producción larvaria con respecto a la calidad del agua y la supervivencia de las larvas, pues en muchos laboratorios hay pérdidas significativas de larvas por una mala calidad de agua o diseño incorrecto de desinfección, lo que se traduce en pérdidas económicas significativas por problemas bacterianos como síndrome de bolitas o zoea afectando las larvas desde los primeros estadios. En este sentido, es importante reconocer que los agentes infecciosos son los principales responsables de ocasionar altos índices de mortalidad en las larvas, siendo una amenaza que aún se encuentra latente en muchos sistemas larvarios (Barrantes, 2023).

Los laboratorios que han notado este problema han buscado solucionarlos mediante desinfecciones constantes del agua haciendo uso de sustancias químicas como el cloro, no obstante, también se carece de conocimiento respecto a los niveles de dosificación del cloro y las condiciones en las que se debe aplicar (Peña et al., 2025). Es bien sabido que el cloro necesita un control de forma rigorosa, porque al ser un agente químico puede causar daños a la sanidad de cultivo, por lo que es importante conocer que su efectividad depende de factores como la temperatura, los elementos orgánicos que están presentes en el agua, el pH y también la dosis aplicada (Zanipatin y García, 2024).

Siendo el cloro aplicado en muchos contextos, en ciertos casos no hay un sustento confiable que permita verificar el impacto que tiene como agente desinfectante dentro del cultivo larvario y la forma en detalle de cómo se despliega en relación con la calidad del agua (Briceño et al., 2022). Esto puede generar ciertas dudas sobre la eficacia real que tiene este recurso, dando lugar a pensar en ciertas implicancias negativas que pueda tener su aplicación en el corto y largo plazo (Aguirre et al., 2021). Por tanto, tomando en cuenta este escenario resulta fundamental proporcionar información actual sobre la efectividad real que tiene el cloro como agente bactericida en la producción larvaria, encontrando los criterios validos que permitan sustentar un uso más eficiente y seguro para los laboratorios. De esta forma, el estudio en cuestión aborda el siguiente problema central: ¿Cuál es el efecto que tiene el cloro como desinfectante y bactericida en el agua utilizada en la producción larvaria de camarón?

1.3. Justificación

La justificación del estudio responde a la necesidad de aportar con información válida, actualizada y relevante para el campo de la acuicultura, ya que, en la actualidad, no se observa estudios que aborden estas variables de forma rigurosa, lo que indica la existencia de vacíos de conocimiento respecto al uso correcto de desinfectantes y su impacto real en los sistemas de cultivo. Los conocimientos limitados sobre este tema, restringe la capacidad de tomar decisiones que estén fundamentadas de manera teórica y práctica respecto a la correcta aplicación del cloro, lo cual puede ocasionar problemas hacia la salud del sistema larvario de camarón.

Algo importante es que los resultados encontrados en este estudio, servirán para fortalecer las aptitudes del sector acuícola mejorando sus capacidades para establecer un correcto desarrollo de larvas, las cuales puedan estar adaptadas a las condiciones reales en las que se encuentra el cultivo. Así también estos hallazgos serán importantes para que los profesionales dentro de esta área puedan realizar desinfecciones adecuadas del agua, mejorando la calidad de forma gradual y reduciendo la aparición de bacterias patógenas como el *Vibrio spp.,* que es la más propensa a aparecer.

Los que se beneficien de este estudio serán los profesionales que operan dentro de estos laboratorios de larvicultura, así como empresas que se dedican a actividades camaroneras, permitiendo mejorar sus labores de cultivo. De igual manera, los investigadores y estudiantes del área de biología, acuicultura y ciencias ambientales podrán utilizar esta información como base para futuras investigaciones relacionadas con la sanidad acuícola y el correcto manejo del recurso del agua.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Analizar el uso del cloro (NaOCl) como bactericida en el agua destinada a la producción larvaria de camarón, mediante el análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, con el fin de determinar su efectividad en la calidad del agua.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar la perduración del cloro (NaOCl) a diferentes concentraciones, mediante el monitoreo del ácido hipocloroso/hipoclorito relacionado al DPD (N,N-dietil-p-fenilendiamina).
- Identificar los cambios en los parámetros fisicoquímicos del agua a través de mediciones técnicas acuícolas en relación con la fase de luna llena y luna nueva.
- Analizar la acción bactericida del cloro (NaOCl) sobre la microbiota del agua, mediante análisis microbiológicos (*TCBS y TSA*).

1.5. Hipótesis

Hipótesis Alternativa (H1): La aplicación de cloro (NaOCl) a diferentes concentraciones demuestra que el proceso de desinfección como agente bactericida es efectivo en los tanques de reservorio.

II. Capitulo

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. Acuicultura y producción larvaria de camarón

La acuicultura es la actividad productiva de cultivo de organismos acuáticos, tales como peces, moluscos, crustáceos y algas, siendo su objetivo principal garantizar la producción sostenible de alimentos de origen acuático mediante el manejo adecuado del ambiente, la nutrición y la sanidad de las especies cultivadas (Mora et al., 2025). Por lo cual esta actividad se reconoce como una alternativa viable para suplir toda la demanda de proteína que existe en todo el mundo, de esta forma, se contribuye con la economía de muchas comunidades, países y localidades.

Dentro de la acuicultura, se encuentra la producción larvaria de camarón, que es la etapa inicial del ciclo de cultivo del camarón que se realiza en laboratorios especializados, donde se producen larvas a partir de reproductores adultos (Mora et al., 2025). Esta producción larvaria constituye una fase crítica dentro del ciclo de cultivo, ya que en ella se asegura la disponibilidad de larvas de calidad, donde se controlan parámetros como la calidad del agua, la alimentación y la sanidad de las larvas, con el fin de maximizar la supervivencia y el desarrollo óptimo (Ríos et al., 2022).

2.1.2. El camarón en la industria acuícola

El crecimiento de las actividades camaroneras es frecuente a medida que pasan los años, pues en el ámbito global es un trabajo que trae muchos beneficios económicos para el sustento de muchas familias. De acuerdo a las últimas estimaciones globales, se proyecta un crecimiento gradual para los años venideros, con un índice de incremento por año establecido en un 2% regular (Terreros, 2025). Estas expectativas se deben a las mejoras que se han venido implementando en el proceso de cultivo, donde se han aplicado sistemas más modernos y eficaces para lograr un producto de mayor calidad.

Desde esta perspectiva, Ecuador se ha destacado como uno de los países con mayor dinamismo en este sector, pues durante 2024, las exportaciones de camarón ecuatoriano crecieron en volumen en torno al 14,45 % frente al año anterior, alcanzando 1,21 millones de toneladas, aunque los ingresos decrecieron ligeramente debido a factores como el aumento de los costos de los insumos y la inflación global (Mora et al., 2025).

En cuanto al aspecto comercial, el camarón posee un valor significativo, pues el mercado global del camarón se valoró en aproximadamente 58.7 mil millones de

dólares en 2024, y se proyecta que crecerá hasta cerca de 61.5 mil millones hasta finales de 2025, con una tasa anual compuesta de crecimiento (CAGR) estimada en 4.8 % hacia los próximos años (Castro y Ordinola, 2021).

2.1.3. Etapas de la producción larvaria.

2.1.3.1. Fase de Nauplio

La fase de nauplio inicia inmediatamente después de la eclosión de los huevos, en esta fase las larvas presentan un cuerpo no segmentado y utilizan las reservas del vitelo como fuente de energía, por lo que no requieren alimentación externa (Bermudes et al., 2024). Es una etapa de corta duración, pero crítica, ya que prepara a la larva para el inicio de su alimentación activa.

2.1.3.2. Fase de Zoea

Durante la fase de zoea, las larvas comienzan a desarrollar estructuras como antenas y espinas cefalotorácicas, por lo cual es necesario mantener una alimentación exógena basado en microalgas que puedan ser de mucho beneficio, además, la nutrición que puedan tener es importante y la calidad del agua va a incidir en sus niveles de supervivencia en el largo plazo (Hernández et al., 2022).

2.1.3.3. Fase de Mysis

Dentro de esta etapa, existe una movilidad más frecuente por parte de las larvas reflejando un aspecto más cambiante, tomando ya la forma de un camarón como tal, pero en miniatura, y en este punto es importante disponer una diversificación en la alimentación, combinando algunos elementos con nauplios, siendo esta fase importante para determinar la capacidad de natación y la resistencia a cambios de ambiente.

2.1.3.4. Fase de Postlarva

Esta etapa es la que marca el fin del ciclo como larva, evolucionando la morfología hacia un camarón con consistencia más fuerte a hacia los cambios del ambiente, siendo ya mucho más resistentes, por lo cual, se encuentra listas para ser trasladadas a los estanques donde se emplean alimentos especiales para que puedan desarrollarse normalmente para la producción en lo posterior (Bohórquez y Vaca, 2025).

2.2. Calidad del agua en la producción larvaria

2.2.1. Parámetros fisicoquímicos

La calidad del agua es un factor crítico en la producción larvaria de camarón, ya que influye directamente en su capacidad para sobrevivir y crecer dentro de ese ambiente, siendo los parámetros fisicoquímicos más relevantes el pH, la temperatura, la salinidad y el oxígeno disuelto (Velásquez et al., 2023).

El pH del agua debe mantenerse dentro de rangos óptimos, generalmente entre 7,5 y 8,5, para evitar estrés fisiológico en las larvas y favorecer la eficiencia de los procesos metabólicos. Por otra parte, la temperatura es determinante para el metabolismo y la tasa de crecimiento, por lo que temperaturas fuera del rango recomendado pueden provocar mortalidad elevada o retraso en el desarrollo larvario (Muñoz, 2022).

La salinidad afecta la osmorregulación de las larvas y la disponibilidad de ciertos nutrientes, por lo tanto, valores óptimos suelen situarse entre 25 y 35 ppt, según la especie cultivada (Linares et al., 2021). Por último, el oxígeno disuelto es esencial para la respiración y la actividad metabólica, por lo que, concentraciones bajas pueden causar estrés hipóxico y reducir la supervivencia de las larvas.

2.2.2. Parámetros microbiológicos

2.2.2.1. Carga bacteriana total

Esta se refiere a la cantidad total de bacterias presentes en el agua del sistema larvario, que al obtener valores elevados se deduce que pueden aumentar el riesgo de infecciones y afectar la supervivencia de las larvas (Bermúdez et al., 2024).

2.2.2.2. Bacterias heterótrofas

Son aquellas encargadas de descomponer toda la materia orgánica existente, compitiendo con otros elementos por la cantidad de nutrientes y espacio, por lo cual, un control correcto es importante para un equilibrio microbiológico del agua.

2.2.2.3. Patógenos específicos

Estos patógenos incluyen microorganismos como *Vibrio spp.,* responsables de enfermedades frecuentes en larvas y postlarvas de camarón, y su presencia requiere medidas preventivas inmediatas para evitar brotes.

2.3. Carga bacteriana en ambientes de cultivo

La carga bacteriana en ambientes de cultivo es un indicador clave de la salud del agua en sistemas de producción larvaria de camarón, pues su concentración total de bacterias influye directamente en la supervivencia y crecimiento de las larvas, ya que un exceso puede generar estrés fisiológico y aumentar la susceptibilidad a enfermedades (Burgos et al., 2024).

No obstante, no todas las bacterias presentes son perjudiciales, ya que muchas cumplen funciones ecológicas importantes, como la degradación de materia orgánica y la competencia contra patógenos (Bravo et al., 2024).

2.3.1. Género Vibrio y su impacto en larvas de camarón

El género Vibrio agrupa a un conjunto de bacterias gramnegativas, muchas de las cuales son patógenas para los crustáceos acuáticos, incluyendo el camarón y entre las especies más relevantes se encuentran *Vibrio harveyi*, *Vibrio parahaemolyticus* y *Vibrio alginolyticus*, las cuales están asociadas a enfermedades como el síndrome de mortalidad temprana (EMS) y la vibriosis (Harpeni et al., 2024).

Estas bacterias afectan principalmente a las larvas y postlarvas, provocando signos clínicos como retraso en el desarrollo, mortalidad elevada, deformidades y pérdida de apetito, y la rápida proliferación de Vibrio en ambientes de cultivo se ve favorecida por condiciones subóptimas de agua, como alta materia orgánica, exceso de carga bacteriana y desequilibrio en los parámetros fisicoquímicos (Intriago et al., 2024)

Por lo tanto, es indispensable hacer un manejo preventivo, el cual incluye prácticas de bioseguridad, monitoreo constante de la carga bacteriana y el uso de agentes bactericidas, entre ellos el cloro, para controlar la población de Vibrio. Siendo así que, la comprensión de la dinámica de este género bacteriano es esencial para minimizar pérdidas económicas y garantizar la eficiencia en la producción larvaria de camarón.

2.3.2. Resistencia bacteriana en sistemas acuícolas

La resistencia bacteriana en sistemas acuícolas es un fenómeno creciente que representa un desafío importante para la producción larvaria de camarón, y esto ocurre cuando las bacterias, expuestas de manera continua o repetida a agentes antimicrobianos, como antibióticos o desinfectantes, desarrollan mecanismos que les permiten sobrevivir y proliferar pese a estos tratamientos (Aguirre et al., 2023).

La presencia frecuente de bacterias deriva en el aparecimiento de enfermedades que pueden ser complejas y que reduce de forma importante el crecimiento y la supervivencia de las larvas, en este caso, el vibrio es uno de los que mayores problemas da en el cultivo porque suele ser resistente a algunos elementos de desinfectantes, siendo un caso que realmente requiere de un manejo cuidadoso y consistente (Zanipatin y García, 2024).

2.3.3. ¿Por qué la fase luna nueva y luna llena?

Uno de los desafíos que enfrentan los laboratorios de larvicultura al momento de bombear agua de mar son las cargas bacterianas incapaz de percibirse y con ellos el resto de los factores físicos y químicos, y una de los fenómenos naturales en donde existe una remoción de sedimento, dando un contaminación vertical de la columna de agua, en donde los microorganismos bentónicos se combinan con los organismos plantónicos y altera la microbiota del mar, son las fases de luna llena y nueva donde se producen mareas vivas.

Las mareas vivas suceden en las fases de luna nueva y luna llena, cuando el Sol, la Tierra y la Luna están alineados. Esta alineación provoca una mayor atracción gravitacional, resultando en mareas más altas y bajas de lo habitual. Estas condiciones

favorecen la surgencia, es decir, el ascenso de aguas profundas y frías hacia la superficie, las cuales suelen estar ricas en nutrientes y materia orgánica perfectas para realizar los monitoreos (Sumich, 1996). De esta manera se puede evaluar la eficacia del cloro ante los días de mayor carga bacteriana.

2.4. Métodos de desinfección del agua en acuicultura

Métodos físicos (filtración, radiación UV, ozono).

Los métodos físicos de desinfección del agua en sistemas acuícolas son estrategias utilizadas para reducir la carga microbiana sin emplear químicos que puedan afectar a las larvas de camarón, siendo los métodos más utilizados la filtración, la radiación ultravioleta (UV) y el ozono.

La filtración consiste en la eliminación mecánica de partículas sólidas y microorganismos presentes en el agua mediante el paso por filtros de arena, cartucho o malla, lo cual ayuda a reducir la turbidez y la carga bacteriana, mejorando la calidad del agua y la supervivencia larvaria (Álvarez et al., 2024).

La radiación UV emplea luz ultravioleta para inactivar microorganismos mediante la alteración de su material genético, evitando su reproducción, sin embargo, es altamente efectivo contra bacterias, virus y protozoos, y no deja residuos químicos en el agua (Álvarez et al., 2024).

El ozono, por su parte, es un potente oxidante que destruye microorganismos al dañar su membrana celular y componentes internos, pero su uso requiere control preciso de la concentración y del tiempo de exposición para evitar efectos negativos sobre las larvas y el microbiota benéfico del sistema.

2.4.1. Métodos químicos (cloro, peróxido de hidrógeno, formalina)

Los métodos químicos de desinfección son ampliamente utilizados en acuicultura para controlar la proliferación de microorganismos patógenos en sistemas de cultivo larvario de camarón, por lo que, los más empleados son el cloro, el peróxido de hidrógeno y la formalina, cada uno con mecanismos de acción y consideraciones específicas (Leal et al., 2018).

El cloro es uno de los desinfectantes más comunes debido a su alta eficacia contra bacterias, virus y algunos protozoos, este actúa al oxidar componentes celulares de los microorganismos, provocando su muerte (Paredes et al., 2024).

No obstante, la formalina se utiliza principalmente contra protozoos y ciertos patógenos bacterianos, actuando sobre proteínas y enzimas celulares, y aunque resulta eficaz, su uso ha disminuido debido a riesgos para la salud humana y ambiental, así como la posibilidad de estrés en las larvas si no se aplica correctamente (Velásquez et al., 2023).

2.5. Cloro como agente desinfectante

El cloro (NaClO) como agente desinfectante es ampliamente utilizado por su capacidad para eliminar bacterias, virus y hongos de forma rápida y eficaz, pues su mecanismo de actuación impide la reproducción y supervivencia de los microorganismos presentes en el entorno, teniendo un efecto altamente confiable y aplicable a distintas dosis (Rodriguez et al., 2020).

Cuando el cloro se disuelve en agua, reacciona formando ácido hipocloroso (HOCl) e iones hipoclorito (OCl^-), especies responsables de su acción bactericida, esta es la forma más activa, capaz de penetrar fácilmente en la membrana celular de bacterias y virus, generando la inactivación de enzimas y la destrucción de ácidos nucleicos (Kumar et al., 2016).

2.5.1. Formas de aplicación en acuicultura

El cloro puede aplicarse en acuicultura mediante diferentes formas químicas, siendo las más comunes el gas cloro (Cl_2), el hipoclorito de sodio (NaOCl) y el hipoclorito de calcio ($Ca(OCl)_2$), estas variantes difieren en estabilidad, facilidad de manejo y concentración de cloro disponible, pero todas generan ácido hipocloroso al entrar en contacto con el agua, responsable de la acción bactericida (Ramírez et al., 2025).

En sistemas larvarios de camarón, el cloro se utiliza principalmente en la desinfección del agua de llenado antes de la siembra, con el objetivo de eliminar bacterias patógenas, virus y protozoos presentes en el ambiente, el agua suele ser aireada y neutralizada con agentes reductores, como el tiosulfato de sodio, para evitar efectos tóxicos sobre las larvas (Piguave, 2025).

Otra forma de aplicación es la desinfección de equipos, tanques y utensilios empleados en el cultivo, donde el cloro se usa en concentraciones más elevadas, y también se aplica en el control de biofilms y acumulación orgánica en los sistemas de producción, sin embargo, la elección de la forma y dosis de aplicación depende de las condiciones específicas del cultivo, la calidad del agua y la etapa larvaria.

2.5.2. Ventajas del uso de cloro

Una de sus principales fortalezas es su alta eficacia antimicrobiana, ya que es capaz de eliminar bacterias, virus y protozoos presentes en el agua, reduciendo así el riesgo de brotes de enfermedades en la etapa larvaria (Welsh, 2023). En este ámbito, su aplicación multifacética también es una ventaja porque puede utilizarse en muchos aspectos químicos adicionales que pueden ser necesarios para mejorar el sistema. Ante esto, se debe resalta que el cloro tiene la particularidad de ser un agente mucho más accesible que otros medios desinfectantes, por tanto, esta disponibilidad lo convierten en uno de los más utilizados dentro de lo sistemas de cultivo, siendo esto indispensable para las actividades de larvicultura intensiva donde la regulación de las bacterias dentro del agua es una decisión crítica para el correcto desarrollo del producto.

2.5.3. Limitaciones y riesgos del uso del cloro

Una de las principales desventajas es su toxicidad potencial para las larvas de camarón, ya que concentraciones elevadas o tiempos de exposición prolongados pueden provocar estrés, alteraciones fisiológicas e incluso mortalidad. Otro riesgo importante es la formación de subproductos de desinfección, como los trihalometanos (THMs) y compuestos organoclorados, que se generan al reaccionar el cloro con materia orgánica presente en el agua (Rodriguez et al., 2020).

El uso excesivo de cloro también puede ocasionar un problema porque la microbiota del sistema es muy sensible a las dosificaciones altas lo cual puede verse alterado de forma progresiva y esto puede dar lugar a brotes mucho más resistentes de bacterias. No obstante, también hay que considerar que la manipulación y exposición prolongada al cloro puede afectar la salud del personal, por lo cual es necesario manipular estos agentes bactericidas con todas las medidas de seguridad.

2.6. Métodos de análisis y monitoreo del cloro

Los métodos colorimétricos son ampliamente utilizados en acuicultura para la medición de cloro en el agua, debido a su simplicidad y rapidez en la obtención de resultados, siendo el más empleado la reacción con pastillas DPD, que permite

determinar tanto el cloro libre como el cloro total en soluciones acuosas (Zambrano et al., 2019).

Este método tiene una reacción con el reactivo DPD el cual desarrollo un cloro rosado donde la intensidad que genera es el resultado de la concentración de cloro que se ha establecido dentro de la muestra, por lo cual, se puede hacer una comparación visual de manera sencilla a través del comparador colorimétrico, aunque si se requiere de una mayor precisión, se puede usar el espectrofotómetro (Bermudes et al., 2024).

La utilidad que tiene este método es evidente al proporcionar un sistema de monitoreo mucho más eficaz y de manera constante, esto a su vez, permite que las concentraciones de cloro se mantengan dentro de escalas seguras para el cultivo. Además, su facilidad de aplicación lo convierte en una herramienta práctica para los técnicos de campo, contribuyendo a mejorar las prácticas de bioseguridad y control de calidad del agua.

2.6.1. Técnicas de medición de cloro libre y total

La medición del cloro en el agua es fundamental para garantizar que las concentraciones utilizadas en la desinfección sean efectivas contra microorganismos sin causar toxicidad a las larvas de camarón. Para ello, se distinguen dos parámetros

esenciales: el cloro libre, que corresponde al ácido hipocloroso (HOCl) y el ion hipoclorito (OCl^-), responsables de la acción desinfectante, y el cloro combinado, formado por la reacción del cloro con compuestos nitrogenados, cuya eficacia es mucho menor (Roca, 2020).

Los colorímetros son los métodos cuantitativos más usados para medir las cantidades de cloro libre y cloro total utilizado, aunque para medir esto, se deben considerar los reactivos y las secuencias que se ejecutan dentro de los análisis (Barrantes, 2023). Sin embargo, también existen los potenciómetros que se basan en electrodos de cloro y ofrecen una medida mucho más precisa para las evaluaciones constantes, por lo tanto, son útiles cuando se usan en sistemas donde la actividad es intensiva.

2.7. Relevancia del monitoreo en reservorios de agua

El monitoreo del cloro en reservorios de agua es un aspecto esencial en la acuicultura, ya que garantiza la eficacia de los procesos de desinfección y la seguridad de los organismos en cultivo, por esta razón, es indispensable que se mantengan los niveles adecuados de cloro en estas fuentes de almacenamiento, porque esto ayuda a

prevenir la proliferación de bacterias patógenas como *Vibrio spp.,* reduciendo el riesgo de infecciones en las etapas críticas del desarrollo larvario (Flores y Aracena, 2018).

Desde esta perspectiva, establecer controles constantes es sumamente esencial porque la concentración de cloro dentro de los reservorios tiende a cambiar de forma drástica porque dentro del agua se encuentran muchas materias orgánicas que pueden influir en ello, así también la luz del sol y la temperatura tienen mucho que ver en este proceso, porque inciden en la rapidez de la degradación del cloro y esto hace que su impacto como desinfectante se reduzca (Guélac et al., 2023).

2.8. Impacto del cloro en la producción larvaria

El uso de cloro en la producción larvaria de camarón tiene un impacto directo en la calidad del agua y, por ende, en la supervivencia y desarrollo de las larvas, puesto que, su aplicación adecuada permite la eliminación de bacterias patógenas, virus y protozoos, reduciendo la incidencia de enfermedades y aumentando la probabilidad de obtener postlarvas sanas y de buena calidad (Segura et al., 2022).

No obstante, el cloro no siempre puede tener un efecto bastante positivo, pues el nivel de efectividad depende de ciertos factores clave como la concentración, la temporalidad de aplicación, las condiciones del ambiente, entre otros, por lo tanto, las dosificaciones excesivas pueden producir efectos adversos en las larvas como alteraciones en la alimentación o un desequilibrio total del sistema (Ocampo et al., 2022).

Por ello, el cloro es un desinfectante que necesita de un sistema de control y monitoreo constante porque el equilibrio entre su acción desinfectante y los posibles riesgos asociados es fundamental para garantizar la sostenibilidad de la producción larvaria. De esta forma, cuando se utiliza de manera adecuada, el cloro contribuye a optimizar la calidad del agua, mejorar la sanidad de los cultivos y aumentar la rentabilidad de la actividad acuícola.

2.9. Agar TSA

El Agar TSA se define como un medio de cultivo muy utilizado dentro de los análisis microbiológicos para el desarrollo de una gran variedad de bacterias heterótrofas, además es uno de los principales agares utilizados porque su formulación contiene tripticasa, extracto de soya, cloruro de sodio y agar, componentes que

proporcionan una fuente equilibrada de nitrógeno, aminoácidos y nutrientes esenciales para el crecimiento bacteriano (Guo et al., 2021). Algo importante de esto, es que, por su carácter no selectivo, se puede cuantificar la carga bacteriana total presente en la muestra, lo que lo hace una herramienta fundamental para evaluar la calidad microbiológica del agua en sistemas de cultivo acuícola (Sanchez et al., 2022).

Por lo tanto, cuando se trata de la producción larvaria de camarón, el Agar TSA es muy aplicado para determinar la carga bacteriana total presente en los reservorios de agua antes y después de aplicar agentes desinfectantes, como es el caso del cloro, siendo muy pertinente para observar la reducción global de microorganismos viables tras el tratamiento, lo que permite a su vez, evidenciar la eficacia bactericida general del desinfectante (Liu et al., 2024). Por ello, al no ser selectivo, el TSA proporciona una visión muy amplia del microbiota existente en el ambiente acuático, incluyendo tanto bacterias benéficas como potencialmente patógenas (Zhang et al., 2023).

Desde esta perspectiva, el uso del agar TSA dentro de los estudios experimentales es muy pertinente y viable para establecer una línea base de comparación entre diferentes concentraciones de cloro y su impacto sobre la cantidad

microbiana total (Blasco et al., 2025), siendo así que, los hallazgos que se obtienen de ello permiten analizar el comportamiento del cloro como agente bactericida bajo un amplio espectro, proporcionando información clave para mejorar significativamente los procesos de desinfección del agua en laboratorios de larvicultura y garantizar la bioseguridad en la producción acuícola (Yang et al., 2025).

2.10. Agar TCBS

El Agar TCBS es un medio de cultivo que se aplica de forma selectiva y muy diferencial, pues se lo ha diseñado específicamente para establecer un aislamiento e identificación de bacterias del género vibrio, siendo estas bacterias muy comunes en ambientes marinos y que representan uno de los principales grupos patógenos en la producción larvaria de camarón (Zhu et al., 2025). El Agar TCBS tiene una formulación que incluye citrato de sodio, tiosulfato, sales biliares, sacarosa y azul de bromotimol, que permiten inhibir el crecimiento de bacterias no deseadas y diferenciar las especies de vibrio según su capacidad de fermentar la sacarosa (Wen et al., 2025).

Dentro de este Agar, las bacterias del género vibrio pueden identificarse visualmente por el color de sus colonias, las especies fermentadoras de sacarosa, como

Vibrio alginolyticus producen colonias amarillas, mientras que las no fermentadoras, como *Vibrio parahaemolyticus*, desarrollan colonias de color verde (Wang et al., 2025), Así, es fácil diferenciarlas, y es sencillo establecer el diagnóstico y la cuantificación de cepas patógenas dentro de las muestras de agua, constituyendo un elemento indicador crítico del estado sanitario de los reservorios (Choudhary et al., 2025).

El uso del agar TCBS en investigaciones acuícolas posibilita evaluar la efectividad del cloro como agente bactericida frente a patógenos del género vibrio, por lo tanto, la comparación entre los resultados obtenidos en TSA y TCBS produce un resultado enriquecedor sobre el impacto que tiene el cloro sobre la microbiota acuática, contribuyendo a destinar concentraciones óptimas de desinfección (Aalto et al., 2024).

III. CAPITULO

3.1. MARCO METODOLÓGICO

Esta investigación se sustenta en un enfoque cuantitativo de carácter experimental, orientado a determinar la efectividad del cloro como agente desinfectante en el tratamiento del agua de mar destinada al uso en laboratorios larvarios de Santa Elena. El estudio se basa en la observación y análisis numérico de la reducción de bacterias presentes en el agua tras aplicar distintas concentraciones de cloro, lo que permite establecer una relación entre la dosis utilizada y su capacidad bactericida.

3.2. Área de estudio

El lugar donde se llevará al cabo la investigación será en los establecimientos del laboratorio fuentes del mar 1, donde se obtendrá el acceso a todo el establecimiento productivo, específicamente el agua de los reservorios.

Figura 1.

Ubicación geográfica del laboratorio.

Nota. Captura de pantalla de Google maps © Google (2025).

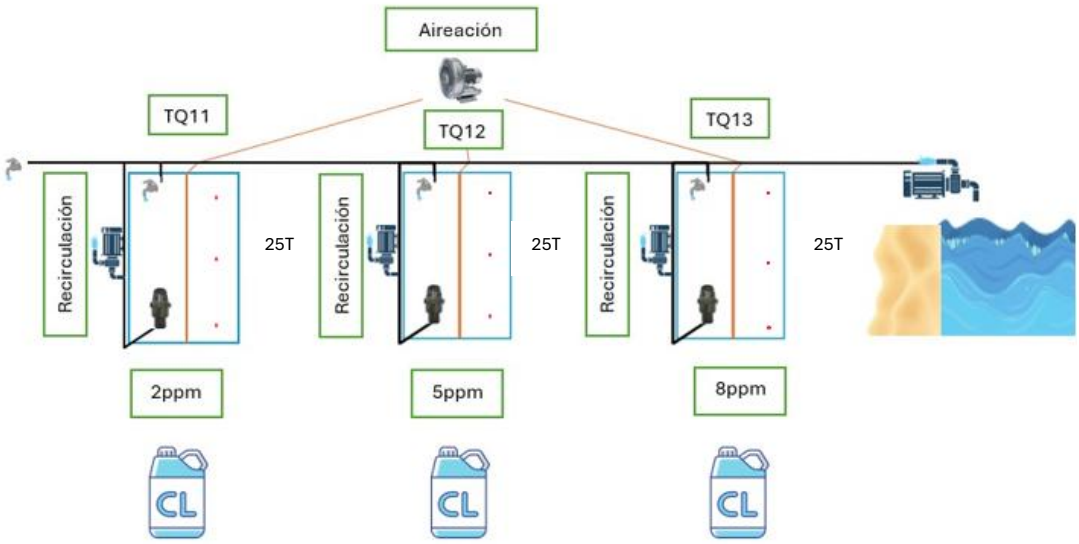
3.3. Monitoreos

El proyecto se llevará a cabo en 6 reservorios de 25 toneladas métricas de agua cada uno, siendo: el M11(salada), el M12 (salada) y M13 (salada), de los cuales se aplicarán distintas dosis de cloro al 10%. (2ppm-5ppm-8ppm), con sistema de recirculación y aireación continua para su homogenización. El monitoreo de cloro residual y total se ejecutará en horas progresivas pasada la aplicación del cloro, ejemplo: (1h - 4h - 8h - 12h) para determinar la permanencia de este. A su vez se llevarán al cabo las dosificaciones definitivas que son dosificaciones decuplicadas de

los dosificaciones ya establecidas, esto con el fin de evaluar el cloro como bactericida total en el agua de mar utilizada en la producción larvaria.

Figura 2.

Esquema del sistema experimental



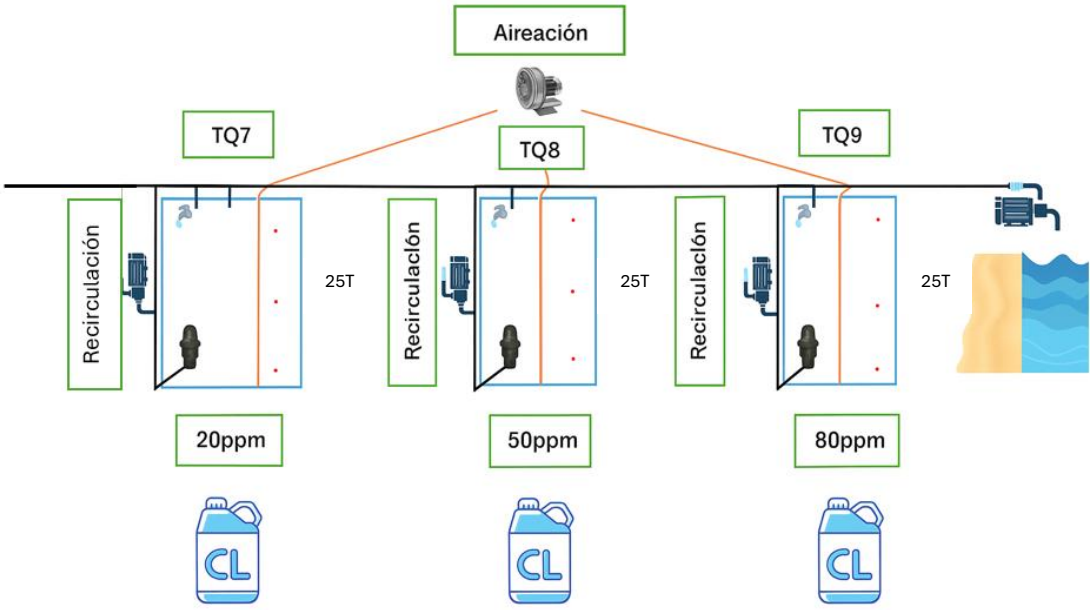
Nota. Elaboración propia. Esquema del sistema experimental con tres tanques (TQ11, TQ12 y TQ13) con recirculación y aireación, tratados con diferentes concentraciones de cloro: 2, 5 y 8 ppm, con sus respectivos puntos referenciales para la recolección de muestra compuesta.

3.4. Dosificaciones suplementarias

Para la contribución a la eliminación definitiva de bacterias en el agua destinada a la producción larvaria del camarón, se tomó medidas de respaldo, para aumentar drásticamente las dosificaciones de cloro y establecer medidas que sean eficaces, es decir que se tomó más tanques de reservorios (7-8-9) y se utilizó dosificaciones al décuplo de las concentraciones iniciales (20ppm-50ppm-80ppm). Estas concentraciones como dosificaciones suplementarias netamente establecidas para la eliminación total de bacterias en el agua de mar.

Figura 3.

Esquema del sistema experimental para dosificaciones definitivas

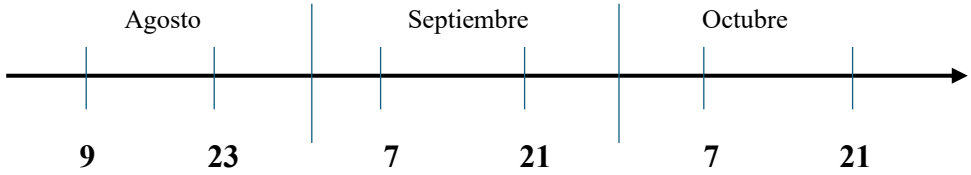


Nota. Esquema del sistema para dosificaciones definitivas con tres tanques (TQ7, TQ8 y TQ9) con recirculación y aireación, tratados con diferentes concentraciones de cloro: 20, 50 y 80 ppm, con sus respectivos puntos referenciales para la recolección de muestra compuesta.

Tabla 1.

Cronograma de los monitoreos a realizar acorde a las fases lunares de los meses agosto, septiembre y octubre.

Agosto	Septiembre	Octubre	Luna
9	7	7	Llena
23	21	21	Nueva



Nota. Se inicio el proyecto el 9 de agosto en fase de luna llena, por cada día establecido se llenaron los reservorios y se ejecutó las diferentes mediciones acuícolas, donde al final se midió un promedio de los resultados de las diferentes dosificaciones de cloro, determinando su prevalencia y su poder desinfectante ante la alta carga bacteriana y los diferentes parámetros físicos químicos del mar en estos periodos.

3.5. Dosificaciones

Las dosificaciones de cloro al 10% se efectuarán en proporciones de 2ppm – 5ppm – 8ppm para las dosificaciones estándar y 20ppm - 50ppm - 80ppm en las dosificaciones suplementarias, especificando un reservorio para cada dosificación, y para ello, se usará un recipiente con medidas milimétricas, para que las dosificaciones sean exactas.

Tabla 2.

Dosificaciones de cloro al 10% para los reservorios.

	DOSIFICACIONES		
RESERVORIOS	M11	M12	M13
DOSIFICACIONES	2ppm	5ppm	8ppm

Nota: Las dosificaciones fueron seleccionados por un censo hecho a técnicos de diferentes laboratorios para establecer dosificaciones promedios y poner sus rangos máximos como mínimos (Piguave, 2025).

Tabla 3.

Dosificaciones suplementarias de cloro al 10% para los reservorios.

DOSIFICACIONES

RESERVORIOS	M7	M8	M9
DOSIFICACIONES	20ppm	50ppm	80ppm

Nota. Las dosificaciones suplementarias fueron netamente seleccionadas para evaluar la eliminación total del hipoclorito de sodio en el agua de mar.

3.6. Cálculo de concentración de cloro por ppm

$$Vi = \frac{Vf \times Cf}{Ci}$$

Vi= Volumen inicial (L)

Vf= volumen final (Litros)

Cf= concentración final (ppm que queremos llegar)

Ci= concentración inicial (ppm del cloro)

1% Es igual 10000ppm

Con esta fórmula se obtuvo las concentraciones en ml del cloro al 10% que se necesitó para tener una concentración de 2ppm, 5ppm y 8ppm por tonelada métrica de agua, recordando que los reservorios tienen 25 toneladas de agua, se requería de las siguientes cantidades en ml de cloro al 10%

3.6.1. 2ppm

$$Vi = \frac{25000L \times 2PPM}{100000ppm} = \mathbf{0.5L}$$

Vi= X = 500ml

Vf= 25000 Litros

Cf= 2ppm

Ci= 10%

El tanque M11 será trato con 500 ml de cloro al 10% en un volumen total de 25 toneladas métricas de agua, luego se realizó los análisis periódicos para monitorear los niveles de cloro libre y total en función del tiempo, evaluando su comportamiento tras la aplicación. Las mediciones se llevaron al cabo a la 1.ª, 4.ª, 8.ª y 12.ª hora posterior a la dosificación, con el objetivo de determinar la disminución progresiva del cloro y establecer la curva de deterioro de su acción bactericida.

3.6.2. 5ppm

$$Vi = \frac{25000L \times 5ppm}{100000ppm} = 1.25\text{L}$$

Vi= X = 1250ml

Vf= 25000 Litros

Cf= 5ppm

Ci= 10%

El tanque M12 se trató con 1250 ml de cloro al 10% en un volumen de 25 toneladas métricas de agua, para luego realizar un análisis periódico de seguimiento, a fin de evaluar los niveles de cloro libre y total en relación con el tiempo, esto permitió evaluar su comportamiento de forma periódica después de su aplicación. Para las mediciones constantes, se establecen los horarios de 1.ª, 4.ª, 8.ª y 12.ª horas posterior a la dosificación, esto con el propósito de identificar la disminución del cloro y establecer la curva de deterioro

3.6.3. 8ppm

$$Vi = \frac{25000L \times 8ppm}{100000PPM} = 2\text{L}$$

Vi= X = 2000ml

Vf= 25000 Litros

Cf= 8ppm

Ci= 10%

El tanque M13 se evaluó con 200 ml de cloro al 10% en un volumen de 25 toneladas métricas de agua, para en lo posterior hacer el respectivo análisis a fin de verificar los niveles de cloro libre y total de acuerdo con las temporalidades establecidas, determinando su comportamiento progresivo luego de su aplicación. Para las mediciones constantes se establecen horarios de 1.ª, 4.ª, 8.ª y 12.ª horas después de

la dosificación con el propósito de identificar la disminución progresiva del cloro y desarrollar la curva de deterioro.

Dosificaciones suplementarias

3.6.4. 20 ppm

$$Vi = \frac{25000L \times 20ppm}{100000PPM} = 5L$$

Vi= X = 2000ml

Vf= 25000 Litros

Cf= 20ppm

Ci= 10%

Nota. El tanque M7 será trato con 5L de cloro al 10% en un volumen total de 25 toneladas métricas de agua, donde se realizó netamente los análisis microbiológicos antes y posterior a la dosificación, con el único objetivo de determinar su acción bactericida en altas concentraciones.

3.6.5. 50 ppm

$$Vi = \frac{25000L \times 50ppm}{100000PPM} = 12.5L$$

Vi= X = 2000ml

Vf= 25000 Litros

Cf= 20ppm

Ci= 10%

Nota. El tanque M8 será trato con 12.5L de cloro al 10% en un volumen total de 25 toneladas métricas de agua, donde se realizó netamente los análisis microbiológicos antes y posterior a la dosificación, con el único objetivo de determinar su acción bactericida en altas concentraciones.

3.6.6. 80 ppm

$$Vi = \frac{25000L \times 80ppm}{100000PPM} = 20\text{L}$$

Vi= X = 2000ml

Vf= 25000 Litros

Cf= 20ppm

Ci= 10%

Nota. El tanque M9 será trato con 20L de cloro al 10% en un volumen total de 25 toneladas métricas de agua, donde se realizó netamente los análisis microbiológicos antes y posterior a la dosificación, con el único objetivo de determinar su acción bactericida en altas concentraciones.

3.7. Evaluación física y química del agua

Para las evaluaciones sobre la eficacia del cloro, se establecen parámetros fisicoquímicos que se relacionan de forma directa con la actividad del cloro y con el nivel de supervivencia de las baterías patógenas presentes en el agua.

Los siguientes parámetros serán medidos conforme a los horarios establecidos después de aplicada las distintas dosificaciones de cloro: (1h-4h-8h-12h)

3.7.1. Parámetro: pH

El pH influye directamente en la forma química que adopta el cloro. Cuando el pH es bajo, predomina el ácido hipocloroso (HOCl), una forma más efectiva y con mayor capacidad desinfectante que el ion hipoclorito, que se presenta a valores de pH más altos y es menos eficiente.

Figura 4.

Medidor digital portátil de Ph.

Fuente. Hanna Instruments (2020). Recuperado de https://www.hannainst.com.

Aplicación: La medición se realiza *in situ*, directamente en los tanques, sumergiendo el sensor hasta que el agua cubra los electrodos. Se espera a que la lectura en pantalla se estabilice antes de registrarla.

3.7.2. Parámetro: Temperatura

La temperatura influye en la acción del cloro, ya que a medida que aumenta, el cloro actúa con mayor rapidez, aunque también tiende a degradarse más fácilmente.

Figura 5.

Medidor portátil multiparámetro Prosolo.

Fuente. YSI (2022). Recuperado de https://www.ysi.com.

Aplicación: Se mide in situ, introduciendo el sensor hasta aproximadamente un metro de profundidad y manteniéndolo inmóvil durante unos 20 segundos para obtener una lectura estable.

3.7.3. Parámetro: Salinidad

La salinidad modifica la química del cloro y puede afectar la estabilidad de las reacciones químicas que este realiza en el agua.

Figura 6.

Medidor portátil multiparámetro Prosolo.

Fuente. YSI (2022). Recuperado de https://www.ysi.com.

Aplicación: Se introduce el sensor *in situ* hasta un metro de profundidad, se mantiene quieto durante unos 20 segundos y se toma la lectura cuando el valor se estabiliza.

3.7.4. Parámetro: Cloro libre

El cloro libre representa la fracción disponible para la desinfección, principalmente en forma de hipoclorito, y es fundamental para eliminar bacterias, virus y otros patógenos presentes en el agua.

Figura 7.

Fotómetro portátil Ysi9300.

Fuente. YSI (2021). Recuperado de https://www.ysi.com.

Aplicación: Se emplean reactivos DPD 1 y 3, junto con el código PHOT.007. Se preparan dos muestras en tubos de 10 ml: una como blanco y otra con el reactivo YAP031. Después de un minuto de reacción, se obtiene el resultado en miligramos por litro (mg/L).

3.7.4.1. Reacción de las pastillas DPD con el cloro

El método DPD al ser un método colorimétrico basado en la reacción entre el cloro y los reactivos DPD, produce un compuesto coloreado, y de acuerdo con la intensidad del color que se produce, es directamente proporcional a la concentración de cloro en la muestra de agua (Welsh, 2023).

Figura 8.

Reacción de pastilla dpd1 con la muestra del tanque M11.

3.7.5. Parámetro: Disponibilidad de Oxigeno

El cloro puede reaccionar con compuestos oxigenados, lo que reduce la concentración de oxígeno disuelto (OD). Un nivel bajo de OD puede, además, favorecer el desarrollo de patógenos en el agua.

Figura 9.

Medidor portátil multiparámetro Prosolo

Fuente. YSI (2022). Recuperado de https://www.ysi.com

Aplicación: La medición se lleva a cabo in situ, sumergiendo el sensor hasta un metro de profundidad y manteniéndolo inmóvil durante unos 20 segundos antes de registrar la lectura.

3.8. Evaluación microbiológica

Se realizó evaluaciones microbiológicas antes de las dosificaciones de cloro y después transcurridas las 12 horas de acción del cloro, con dos medios de cultivos para bacterias; uno simple y otro específico: TSA y Tcbs.

Tabla 3.

Análisis microbiológicos antes y después de la aplicación de cloro.

Septiembre 7			
Reservorio	M11	M12	M13
Dosificaciones	2ppm	5ppm	8ppm
Microbiológicos A.	TCBS - TSA	TCBS - TSA	TCBS - TSA
Aplicación de cloro al 10%	500ml	1250ml	2000ml
1 horas	Análisis físicos químicos	Análisis físicos químicos	Análisis físicos químicos
4 horas	Análisis físicos químicos	Análisis físicos químicos	Análisis físicos químicos
8 horas	Análisis físicos químicos	Análisis físicos químicos	Análisis físicos químicos

12 horas	Análisis físicos químicos	Análisis físicos químicos	Análisis físicos químicos
Microbiológicos A.	TCBS - TSA	TCBS - TSA	TCBS - TSA

Nota. protocolo de cómo se realizó cada día de monitoreo en los días establecidos.

Tabla 4.

Análisis microbiológicos antes y después de las dosificaciones definitivas.

Septiembre 7			
Reservorio	M7	M8	M9
Dosificaciones	20ppm	50ppm	80ppm
Microbiológicos A.	TCBS - TSA	TCBS - TSA	TCBS - TSA
Aplicación de cloro al 10%	500ml	1250ml	2000ml
Microbiológicos A.	TCBS - TSA	TCBS - TSA	TCBS - TSA

Nota. estos análisis son para determinar la eliminación total de bacterias con dosificaciones fuertes.

El medio de cultivo TSA (Tryptic Soya Agar) brindará resultados de la carga bacteriana total que recibimos del agua de mar, en cambio con el medio de cultivo TCBS (Thiosulfate Citrate Bile Salts Sucrose Agar) se obtendrá resultados de carga bacteriana específicas como *Vibrios spp*, siendo estas bacterias oportunistas que afecta la salud del camarón por eventos de estrés, determinando su resistencia o deficiencia del cloro en su acción bactericida.

3.8.1. Preparación de los medio de cultivo.

Los análisis se realizaron dentro de las instalaciones del laboratorio microbiológico nova gestión, Mar Bravo. Para el análisis en TCBS se utilizó una fiola con un total de 200 mL de agua destilada y esterilizada con 17.70g de agar TCBS. Debido a que son bacterias que en este contexto se desarrollan en ambientes salinos, se agregó 4g de cloruro de sodio, posteriormente se calentó el preparado hasta su ebullición (BioMerux, 2010). Se utilizó 30ml de medio TCBS preparado por cada análisis, debido a que se realizaron dos siembras por muestra, empleando 15 ml en cada una. En total se procesaron 64 muestras para la detección de Vibrio, lo que representó un consumo aproximado de 1.920 ml de medio TCBS.

Para la detección de bacterias totales se preparó en una fiola, 200 ml de agua destilada y esterilizada, luego de ello, se pesó y agrego 8g de agar TSA, y se adicionó 4 g de cloruro de sodio, posteriormente se calentó el preparado hasta su ebullición y por último se introdujo en el autoclave para esterilizarlo. Se utilizó 30ml de medio TSA preparado por cada análisis, así mismo como en TCBS, se hacen dos siembras por un análisis dando 15ml por siembra microbiológica para la detección de bacterias totales. Fueron 64 en total, dando un promedio de 1920ml de medio TSA utilizado.

Tabla 5

Volumen total de agar requerido para el análisis microbiológico

Muestras	Medio de cultivo	Análisis Total	x AGAR (x 12ml)
144 x	**2** TSA (10^{-1} y 10^{-2})	288	3456 ml TSA
	2 TCBS (10^{0} y 10^{-1})	288	3456 ml TCBS

Nota. Las siembras se realizaron empleando las diluciones 10^{-1} y 10^{-2} para TSA, y 10^{0} y 10^{-1} para TCBS.

3.9. Diluciones

Las diluciones es la razón por la que realizamos dos siembras por análisis, ya que necesitamos diluciones en relación 1:10 o un ml de muestra entre 9ml de dilución, que dicha dilución normalmente es una dilución salina, que eleva nuestros resultados a un exponente (-1), utilizada para reducir la concentración de microorganismos en una muestra, UFC, para tener un recuento viable o estandarizar análisis.

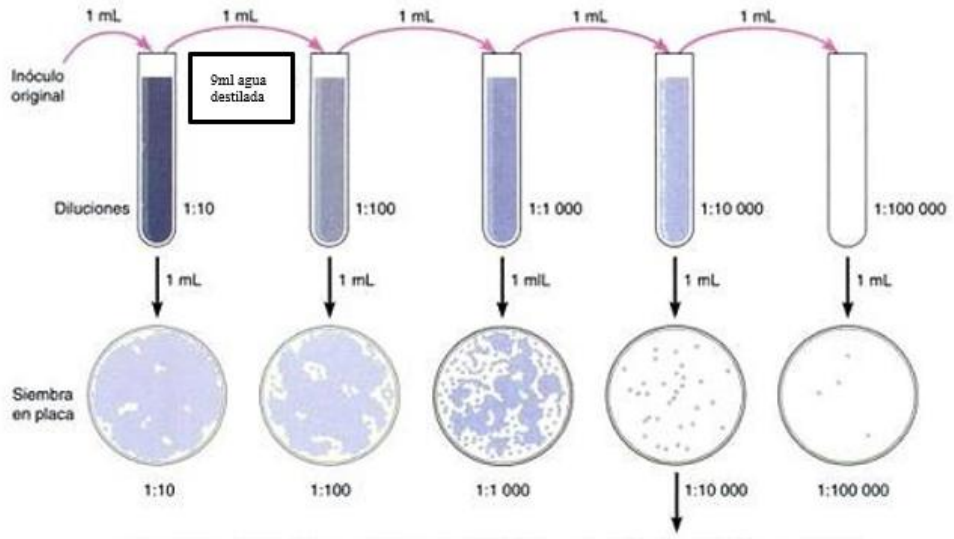
Para los análisis de TCBS y TSA se utilizó dichas diluciones. Para TSA se hizo 10^{-1} y 10^{-2} y TCBS 10^{0} y 10^{-1}, es decir que en TSA realizamos dos veces las diluciones 1:10, uno para obtener nuestro exponente a la 10^{-1} y otro para 10^{-2}, en total dos siembras, y TCBS solo realizamos una dilución ya que para el cero se agrega 1ml

directamente de la muestra, en total 2 siembras también (Cappuccino & Sherman, 2014).

.

Figura 10.

Diluciones seriadas 1:10



Nota: imagen referencial de las diluciones del cual se realizará en el proyecto para realizar los análisis microbiológicos en TCBS y TSA.

3.10. Método estadístico para utilizar

Los datos obtenidos fueron procesados mediante el software estadístico SPSS versión 25, lo que permitió organizar la información en tablas y gráficos estadísticos

adecuados para presentar el resumen de datos obtenidos y las curvas de decaimiento bactericida tras la aplicación del cloro (NaOCl) a diferentes niveles de concentración.

Para la prueba de hipótesis, se aplicó el coeficiente de correlación de Pearson (r) acorde a los resultados obtenidos, con el fin de determinar el grado de relación entre la aplicación de cloro (NaOCl) a diferentes concentraciones y el nivel de desinfección como agente bactericida.

IV. Capitulo

4.1. Análisis e interpretación de resultados

Resultados del análisis microbiológico de seis monitoreos

4.1.1. Resultados del primer monitoreo

- Sábado 9 de agosto del 2025
- Primera fase de experimentación en fase de luna llena

Tabla 5.

Análisis microbiológico del primer monitoreo (pre y post desinfección)

Reservorio	TSA (UFC/ml) (Antes)	TSA (UFC/ml) (Después)	Reducción TSA	TCBS (UFC/ml) (Antes)	TCBS (UFC/ml) (Después)	Reducción TCBS
M11 (2 ppm)	33,000	19,000	42.4%	180	120	33.3%
M12 (5 ppm)	24,000	12,000	50.0%	650	380	41.5%
M13 (8 ppm)	16,000	5,400	66.2%	570	240	57.8%

En la Tabla 5 del primer monitoreo, correspondiente a la fase de luna llena, se observa una disminución significativa de la carga bacteriana en todos los reservorios tras la aplicación del cloro:

En el TSA, que refleja la carga bacteriana total, la reducción fue de:

42.4% en M11 (2 ppm),

50.0% en M12 (5 ppm),

66.2% en M13 (8 ppm).

En el TCBS, que indica la presencia de *Vibrio spp*., la reducción fue de:

33.3% en M11 (2 ppm),

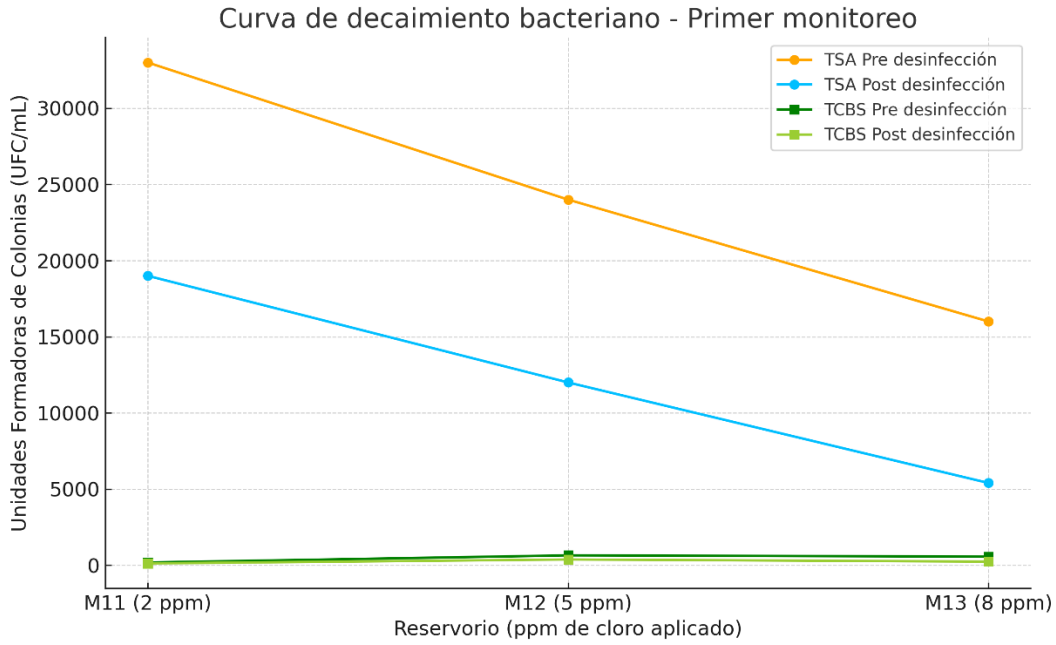
41.5% en M12 (5 ppm),

57.8% en M13 (8 ppm).

Estos resultados demuestran una relación directa entre la concentración de cloro aplicada y la eficacia bactericida, siendo el tratamiento con 8 ppm el más efectivo al lograr una reducción significativa de la carga bacteriana de *Vibrio spp*. De la misma manera, se evidencia que a concentraciones menores (2 ppm), el efecto bactericida tiene un menor impacto, lo cual deja claro que, en condiciones de alta carga microbiana, se requieren concentraciones más altas de cloro para lograr una desinfección efectiva.

Figura 11.

Curva de reducción bacteriana – primer monitoreo



El Gráfico 11, muestra la curva de decaimiento bacteriano del primer monitoreo, reflejando una disminución progresiva de las unidades formadoras de colonias (UFC/mL) en ambos medios de cultivo (TSA y TCBS) conforme aumenta la concentración de cloro aplicada en los reservorios, observándose en el TSA un decaimiento gradual entre los tratamientos a medida que se aplica una mayor concentración de cloro. De la misma forma, la evaluación del TCBS, presenta un descenso post desinfección, especialmente a concentraciones de 5 ppm y 8 ppm, donde el número de colonias disminuye de forma significativa.

4.1.2. Resultados del segundo monitoreo

- Sábado 23 de agosto del 2025
- Primera fase de experimentación en fase de luna nueva

Tabla 6.

Análisis microbiológico del segundo monitoreo (pre y post desinfección)

Reservorio	TSA (UFC/ml) (Antes)	TSA (UFC/ml) (Después)	Reducción TSA	TCBS (UFC/ml) (Antes)	TCBS (UFC/ml) (Después)	Reducción TCBS
M11 (2 ppm)	29,000	27,000	6.9%	80	70	12.5%
M12 (5 ppm)	18,000	8,400	53.3%	920	130	85.9%
M13 (8 ppm)	13,000	7,700	40.8%	210	10	95.2%

La Tabla 6 del segundo monitoreo, correspondiente a la fase de luna nueva, muestra resultados interesantes, evidenciando nuevamente una disminución notable de la carga bacteriana en todos los reservorios tras la aplicación del cloro.

En la evaluación del TSA se registraron los siguientes datos:

6.9 % en M11 (2 ppm),

53.3 % en M12 (5 ppm),

40.8 % en M13 (8 ppm).

Mientras que, en el TCBS, específico para bacterias del género *Vibrio spp*., la disminución fue aún más marcada:

12.5 % en M11 (2 ppm),

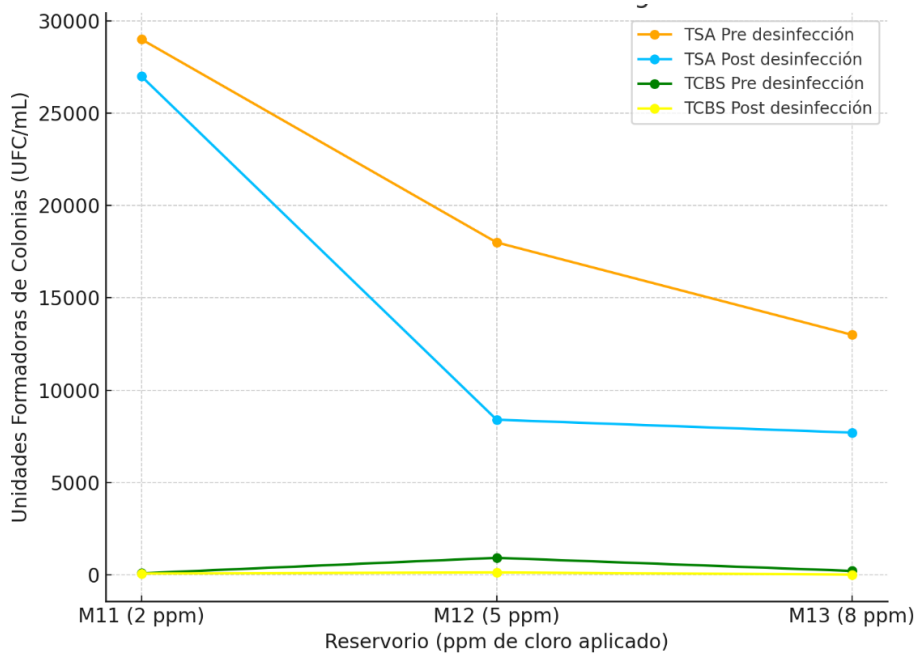
85.9 % en M12 (5 ppm),

95.2 % en M13 (8 ppm).

Estos resultados confirman la tendencia observada en el primer monitoreo, demostrando una relación directa entre la concentración de cloro y la eficacia bactericida, siendo el tratamiento con 8 ppm (M13) el que tiene un mayor impacto de desinfección, logrando una casi completa eliminación de *Vibrio spp*., con una tasa de reducción del 95% a 8 ppm, mientras que el tratamiento con 2 ppm (M11) mostró nuevamente una efectividad limitada, reflejando una reducción mínima tanto en la carga bacteriana total como en la específica, esto muestra que a bajas concentraciones el cloro no logra superar la resistencia bacteriana y orgánica del medio.

Figura 12.

Curva de reducción bacteriana – segundo monitoreo



El Gráfico 12 de la curva de decaimiento bacteriano del segundo monitoreo, muestra una tendencia muy similar a la observada en el primer monitoreo, evidenciando nuevamente una disminución progresiva de las Unidades Formadoras de Colonias (UFC/mL) en ambos medios de cultivo (TSA y TCBS) conforme aumenta la concentración de cloro aplicada. Se aprecia una caída más pronunciada en el medio TCBS, por lo que hay una mayor sensibilidad de las bacterias del género vibrio al cloro, especialmente en los tratamientos de 5 y 8 ppm, pero en el TSA, la reducción es menos significativa, lo cual indica que el cloro ejerce un efecto más selectivo sobre los patógenos específicos que sobre la microbiota general del agua, sin embargo, la curva reafirma el comportamiento descendente y proporcional entre la dosis de cloro y la reducción bacteriana.

4.1.3. Resultados del tercer monitoreo

Viernes 7 de septiembre del 2025

Segunda fase de experimentación en fase de luna llena

Tabla 7.

Análisis microbiológico del tercer monitoreo (pre y post desinfección)

Reservorio	TSA (UFC/ml) (Antes)	TSA (UFC/ml) (Después)	Reducción TSA	TCBS (UFC/ml) (Antes)	TCBS (UFC/ml) (Después)	Reducción TCBS
M11 (2 ppm)	36,000	19,000	47.2%	67	51	23.9%
M12 (5 ppm)	20,000	6,600	67.0%	800	40	95.0%
M13 (8 ppm)	16,000	5,900	63.1%	330	21	93.6%

La Tabla 7 del tercer monitoreo, correspondiente a la fase de luna llena, evidencia una disminución considerable de la carga bacteriana en los tres reservorios tras la aplicación del cloro, manteniendo la misma tendencia observada en los monitoreos anteriores.

En el medio TSA, se registraron reducciones del:

47.2% en M11 (2 ppm)

67.0% en M12 (5 ppm)

63.1% en M13 (8 ppm)

Mientras que en el medio TCBS, específico para bacterias del género *Vibrio spp*., la disminución fue aún más marcada:

23.9% en M11 (2 ppm)

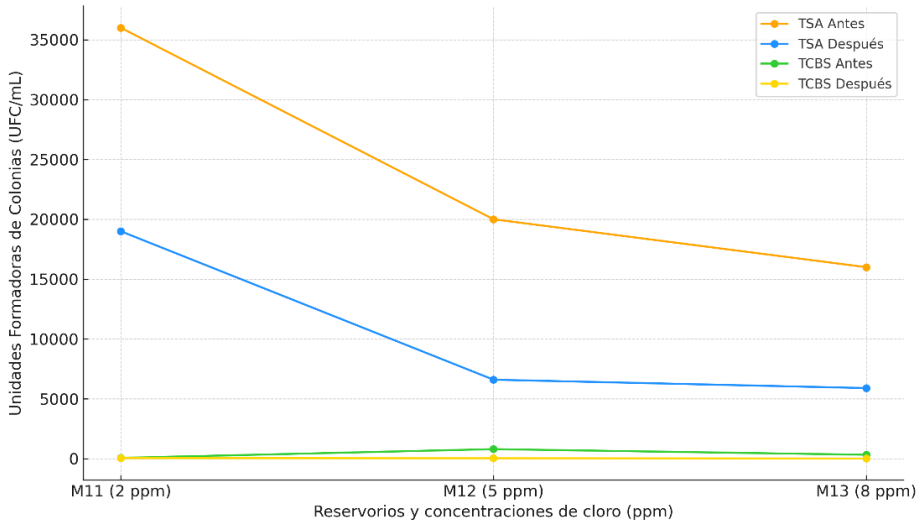
95.0% en M12 (5 ppm)

93.6% en M13 (8 ppm)

Estos resultados confirman una relación directamente proporcional entre la concentración de cloro aplicada y la eficacia bactericida, observándose que las dosis más elevadas favorecen una eliminación más eficiente de las bacterias, reflejando que el tratamiento con 5 ppm (M12) mostró la mayor efectividad general, alcanzando la mayor reducción combinada entre ambos medios de cultivo, en comparación con la dosis de 2 ppm (M11) que presentó una eficacia limitada, reflejando que concentraciones bajas no son suficientes para superar la demanda orgánica y microbiológica del agua marina.

Figura 13.

Curva de reducción bacteriana – tercer monitoreo



El Gráfico 13 evidencia la curva de decaimiento del tercer monitoreo, reflejando una disminución importante de la carga microbiana total y específica a medida que se aumenta la dosis de cloro en los reservorios, pues en la carga total se reflejó un decaimiento significativo en las dosis de 5 ppm (M12) y 8ppm (M13), y de igual manera para la carga especifica, mostrando resultados aun más eficaces con tasas de reducción mucho más elevadas, esto da a entender que existe una reducción notable de carga bacteriana tras una larga exposición del agente bactericida, siendo las dosis de 5ppm y 8ppm aquellas que influyen en una mayor velocidad de decaimiento bacteriano, lo cual se confirma mediante la curva que la acción bactericida del cloro es directamente proporcional a la concentración aplicada, manteniendo un patrón de reducción exponencial a medida que se van aumentando las dosificaciones.

4.1.4. Resultados del cuarto monitoreo

Viernes 21 de septiembre del 2025

Segunda fase de experimentación en fase de luna llena

Tabla 8.

Análisis microbiológico del cuarto monitoreo (pre y post desinfección)

Reservorio	TSA (UFC/ml) (Antes)	TSA (UFC/ml) (Después)	Reducción TSA	TCBS (UFC/ml) (Antes)	TCBS (UFC/ml) (Después)	Reducción TCBS
M11 (2 ppm)	24,000	15,000	37.5%	320	71	77.8%
M12 (5 ppm)	35,000	5,300	84.9%	400	32	92.0%
M13 (8 ppm)	31,000	4,800	84.5%	280	10	96.4%

La Tabla 8 muestra los resultados del cuarto monitoreo, donde se observó una reducción significativa en la carga bacteriana total (TSA) y específica (TCBS) tras la aplicación del cloro en los tres reservorios.

Respecto al TSA, las tasas de reducción fueron:

37.5% en M11 (2 ppm)

84.9% en M12 (5 ppm)

84.5% en M13 (8 ppm)

Con relación al TCBS, las tasas de reducción fueron:

77.8% en M11 (2 ppm)

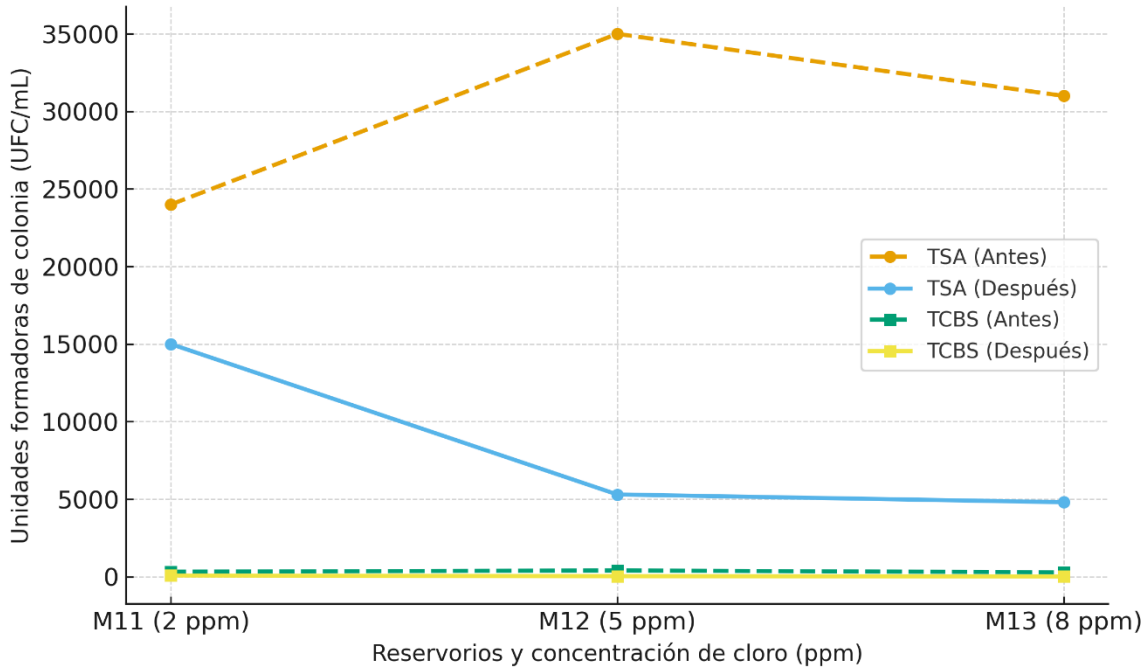
92.0% en M12 (5 ppm)

96.4% en M13 (8 ppm)

Las concentraciones de cloro (2ppm) en el reservorio M11 obtuvieron un impacto menor en comparación a las demás, esto ocurrió tanto en el TSA como en el TCBS, lo cual indica que las dosis bajas de cloro no logran ser lo suficientemente eficaces para eliminar por completo las bacterias presentes, sin embargo, una aplicación entre 5-8pmm tiene una mayor efectividad, pues se reducen significativamente la carga bacteriana tanto en las cargas totales como específicas, con porcentajes de reducción superiores al 84%, lo cual indica que mientras aumenta la dosis de cloro la carga bacteriana se vuelve más vulnerable y se reduce de forma exponencial.

Figura 14.

Curva de reducción bacteriana – cuarto monitoreo



El Gráfico 14 muestra la curva de decaimiento bacteriano en el cuarto monitoreo, donde se refleja una reducción considerable de la carga bacteriana total y específica luego de aplicar regularmente las dosis de cloro, lo cual indica que este agente bactericida tiene una potencial eliminación de bacterias a medida que su concentración aumenta, siendo más significativo su efecto sobre las bacterias vibrio cuya disminución reflejó valores de reducción superiores al 90% dentro de las concentraciones más altas. Por lo tanto, la muestra de esta curva de reducción deja claro que el cloro presenta un efecto dosis-dependiente, donde el incremento en la concentración se traduce en una mayor eficiencia desinfectante.

4.1.5. Resultados del quinto monitoreo

- Martes 07 de octubre del 2025
- Segunda fase de experimentación en fase de luna llena

Tabla 9.

Análisis microbiológico del quinto monitoreo (pre y post desinfección)

Reservorio	TSA (UFC/ml) (Antes)	TSA (UFC/ml) (Después)	Reducción TSA	TCBS (UFC/ml) (Antes)	TCBS (UFC/ml) (Después)	Reducción TCBS
M11 (2 ppm)	30,000	18,000	40.0%	670	410	38.8%
M12 (5 ppm)	21,000	6,500	69.0%	450	330	26.7%
M13 (8 ppm)	17,000	5,500	67.6%	510	40	92.1%

La Tabla 9 refleja los resultados obtenidos tras el quinto monitoreo, los datos mostraron una reducción importante en la carga bacteriana total (TSA) y específica (TCBS) tras la aplicación del cloro en los tres reservorios.

Por un lado, para el TSA se obtuvieron las siguientes reducciones:

40.0% en M11 (2 ppm)

69.0% en M12 (5 ppm)

67.6% en M13 (8 ppm)

Con respecto al TCBS, las reducciones fueron las siguientes:

38.8% en M11 (2 ppm)

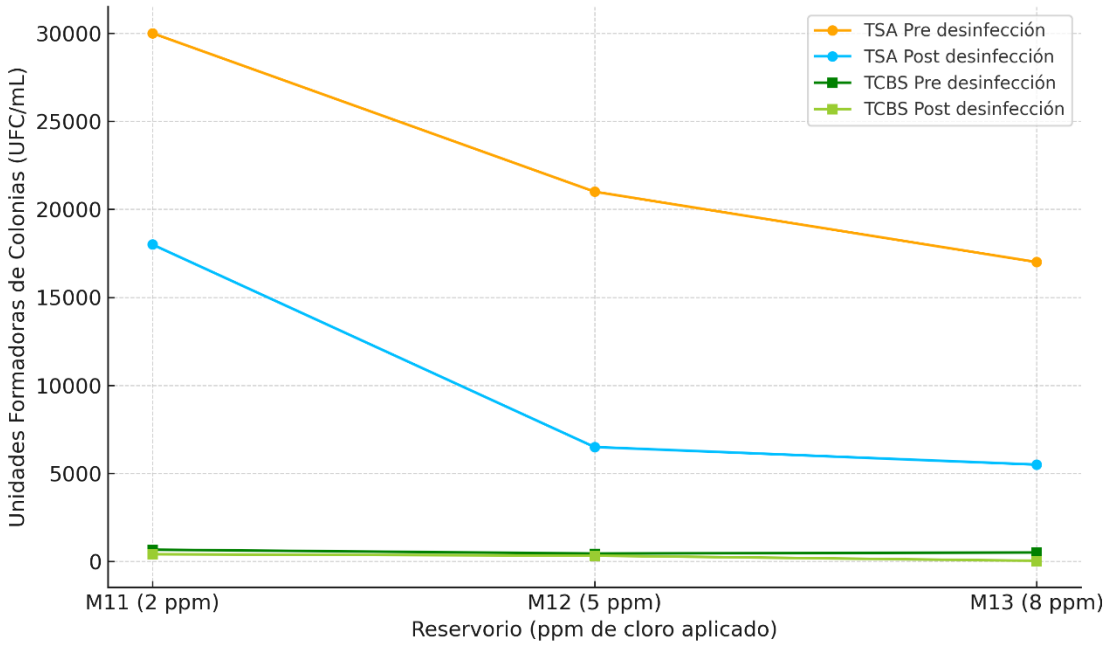
26.7% en M12 (5 ppm)

92.1% en M13 (8 ppm)

Estos resultados muestran una diferencia importante en la aplicación de las dosis en los reservorios, ya que en la reducción de la carga bacteriana total se evidenció un mayor impacto en la dosis de 5 ppm con un 69%, mientras que para la carga bacteriana específica se mostró un mayor impacto en la dosis de 8 ppm, con un 92.1%, esto quiere decir que la aplicación del cloro fue mucho más efectiva para la reducción de las bacterias vibrio, pero esta efectividad dependen de los niveles de concentración de cloro, puesto que en dosis bajas de 2 ppm la incidencia no es mayoritaria.

Figura 15.

Curva de reducción bacteriana – quinto monitoreo



El gráfico 15 sobre la curva de decaimiento del quinto monitoreo muestra una tendencia similar a los anteriores monitoreos, pues tanto en la evaluación del TSA se

obtuvo una reducción de la carga bacteriana total de forma regular a medida que se aumentaban las concentraciones de cloro, siendo las dosis de 5-8 ppm las que tuvieron mayor impacto o efectividad. De la misma manera, se observó que en la evaluación del TCBS, hubo un decaimiento de la carga bacteriana específica en relación al aumento de las concentraciones de cloro, en este punto, la dosis de 8 ppm fue la que tuvo un mayor impacto puesto que la tasa de reducción de carga bacteriana fue de 92.1%, por tanto, esta curva confirma una vez más que el cloro actúa como agente desinfectante efectivo a medida que las concentraciones van en aumento.

4.1.6. Resultados del sexto monitoreo

Martes 21 de octubre del 2025

Segunda fase de experimentación en fase de luna llena

Tabla 10.

Análisis microbiológico del sexto monitoreo (pre y post desinfección)

Reservorio	TSA (UFC/ml) (Antes)	TSA (UFC/ml) (Después)	Reducción TSA	TCBS (UFC/ml) (Antes)	TCBS (UFC/ml) (Después)	Reducción TCBS
M11 (2 ppm)	30,000	29,000	3.33%	88	87	1.15%
M12 (5 ppm)	27,000	7,400	72.5%	65	50	23.0%
M13 (8 ppm)	73,000	7,000	90.4%	77	48	37.6%

La Tabla 10 muestra los resultados obtenidos tras el quinto monitoreo, los datos mostraron una reducción mayoritaria en la carga bacteriana total (TSA) en comparación con la específica (TCBS) tras la aplicación del cloro en los tres reservorios.

- En el TSA se obtuvieron las siguientes reducciones:
- 3.33% en M11 (2 ppm)
- 72.5% en M12 (5 ppm)
- 90.4% en M13 (8 ppm)

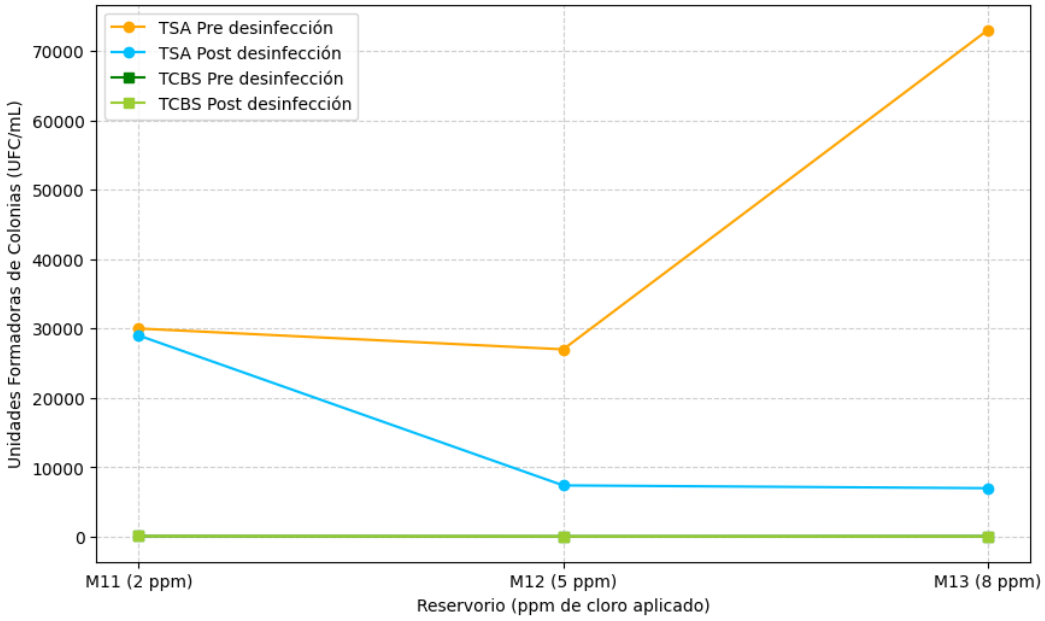
  No obstante, en el TCBS, las reducciones fueron de:

  - 1.15% en M11 (2 ppm)
  - 23.0% en M12 (5 ppm)
  - 37.6% en M13 (8 ppm)

Estos resultados, muestran una mayor efectividad del cloro en concentraciones altas en la carga bacteriana total, con un porcentaje de reducción superior al 90% siendo la dosis de 8 ppm la más efectiva para la reducción de bacterias, sin embargo, dentro de las cargas específicas de TCBS la reducción de la carga bacteriana se dio con menor impacto, siendo en la concentración más alta una reducción del 37.6%. Esto de la misma manera, muestra que el cloro como agente desinfectante sigue siendo efectivo, pero en concentraciones altas, es decir, su efectividad aumenta a medida que la dosis sube.

Figura 16.

Curva de reducción bacteriana – sexto monitoreo



El gráfico 16 muestra la curva de decaimiento del sexto monitoreo, reflejando que una curva descendente post desinfección, este escenario muestra que las cargas bacterianas totales y las específicas se han reducido a medida que se ha aumentado las concentraciones de cloro en cada uno de los reservorios, sin embargo, hubo una mayor efectividad del cloro en la concentración más alta de la carga total, con un 90.4% de tasa de reducción en comparación con el 37.6% de reducción que tuvo la carga específica. No obstante, lo que se refleja en la curva es una clara muestra de la efectividad que tiene el cloro como agente bactericida, demostrando que mientas mayor es la concentración en dosis, más alto es el impacto que tiene sobre las cargas bacterianas.

Tabla 11.

Resultado promedio del análisis microbiológico de los monitoreos (pre y post desinfección)

Reservorio	TSA (UFC/ml) (Antes)	TSA (UFC/ml) (Después)	Reducción TSA	TCBS (UFC/ml) (Antes)	TCBS (UFC/ml) (Después)	Reducción TCBS
M11 (2 ppm)	30,333	21,167	29.1%	234	135	31.9%
M12 (5 ppm)	24,167	7,700	66.1%	548	110	60.8%
M13 (8 ppm)	27,667	6,400	68.8%	328	28	78.8%

La tabla 11 muestra el resultado promedio de los seis monitoreos realizados en los tres reservorios, evidenciando que el valor promedio de la reducción de la carga bacteriana total (TSA) es mucho menor al valor promedio de la carga bacteriana específica (TCBS).

En promedio para el TSA se obtuvieron los siguientes

- 29.1% en M11 (2 ppm)
- 66.1% en M12 (5 ppm)
- 68.8% en M13 (8 ppm)

En promedio para el TCBS, las tasas de reducción bacteriana fueron:

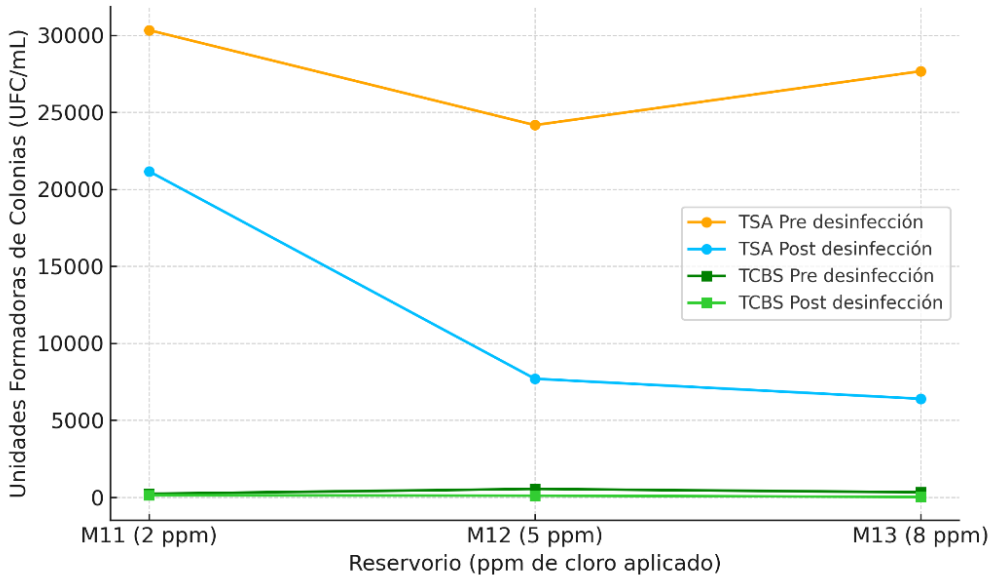
- 31.9% en M11 (2 ppm)
- 60.8% en M12 (5 ppm)
- 78.8% en M13 (8 ppm)

Los resultados muestran que el promedio de la carga bacteriana total disminuyó a medida que se aumentaron las dosis de cloro, pasando de una reducción del 29.1%

em 2 ppm a 68.8% en 8 ppm, mientras que el promedio de la disminución de la carga bacteriana específica pasó de 31.9% en dosis de 2 ppm a 78.8% en dosis de 8 ppm, por lo tanto, estos datos confirman que hay una relación directamente proporcional entre la concentración de cloro y la efectividad bactericida.

Figura 17.

Curva promedio de reducción bacteriana



El gráfico 17 muestra la tendencia general de la reducción de la carga bacteriana a diferentes concentraciones, reflejando una eficacia progresiva del cloro como agente desinfectante sobre las unidades formadoras de colonias (UFC/mL), tanto en medio TSA, como en TCBS, puesto que en el TSA se muestra una tendencia que indica una reducción progresiva del número total de bacterias conforme se aumenta la concentración de cloro, obteniendo una mayor efectividad a concentraciones de 8 ppm con una tasa de reducción promedio del 68,8%. Mientras que en el caso del TCBS, se

observa una tendencia de decaimiento más pronunciado con una mayor eficacia de reducción de carga bacteriana, siendo del 78.8% a niveles de concentración de 8 ppm, evidenciando una clara sensibilidad del vibrio frente a esta dosis de cloro. En términos generales, se demuestra que el incremento progresivo en las dosis de cloro produce una respuesta bactericida proporcionalmente mayor y con mayor eficacia tanto sobre la microbiota total como sobre los organismos específicos del género vibrio que son los que representan una mayor amenaza.

4.2. Resultados de la perduración del cloro a diferentes tiempos de exposición

Tabla 12.

Perduración promedio del cloro libre y total en función del tiempo y concentración

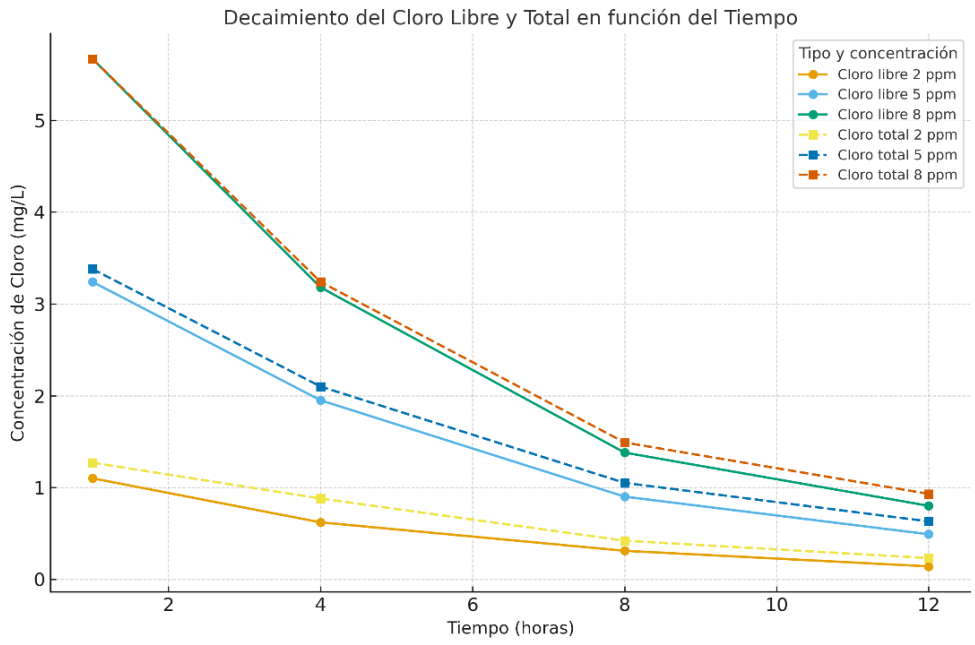
Tiempo (h)	M11 – 2 ppm		M12 – 5 ppm		M13 – 8 ppm	
	Cloro libre	Cloro total	Cloro libre	Cloro total	Cloro libre	Cloro total
1h	1.10	1.27	3.24	3.38	5.67	5.67
4h	0.62	0.88	1.95	2.10	3.18	3.24
8h	0.31	0.42	0.90	1.05	1.38	1.49
12h	0.14	0.23	0.49	0.63	0.80	0.93

Los resultados de la tabla 12, muestran que el cloro libre disminuyó de forma progresiva en relación al tiempo de exposición, reflejando una pérdida de poder bactericida con el paso de las horas, siendo mayormente entre las 8 y 12 horas de

exposición, ocurriendo en todos los niveles de concentración, y de igual manera, se observa que el cloro total también disminuyó, pero los valores fueron ligeramente superiores a los del cloro libre, demostrando la formación del cloro combinado. Algo que se puede destacar, es que la mayor concentración de cloro (8 ppm) mantuvo siempre niveles residuales más altos, lo cual indica que a estos niveles hay una mayor estabilidad y persistencia del desinfectante.

Figura 18.

Curva de reducción del cloro en función del tiempo



El Gráfico 9 muestra una curva de decaimiento del cloro muy pronunciada, que indica que el cloro disminuyó de forma progresiva en función del tiempo y la concentración aplicada, pues durante las primeras 4 horas de monitoreo, se registró una importante reducción de cloro libre lo cual evidencia que la degradación del ácido

hipocloroso/hipoclorito ocurre con mayor intensidad en las etapas iniciales, no obstante, a partir de las 8 horas los niveles de concentración residuales siguieron disminuyendo, alcanzando valores mínimos a las 12 horas de monitoreo. En cuanto a los niveles de concentración, el de 8 ppm mostró la mayor estabilidad del cloro libre inicial, mientras que en los niveles de 2 ppm y 5 ppm la estabilidad fue menor, demostrando una rápida pérdida de poder desinfectante.

4.3. Resultados del comportamiento promedio de parámetros fisicoquímicos del cloro

Tabla 13.

Comportamiento promedio de parámetros físico-químicos del cloro

Tiempo (h)	Parámetro	M11 – 2 ppm	M12 – 5 ppm	M13 – 8 ppm
1 hora	pH	8.17	8.82	9.33
	Temperatura (°C)	22.4	22.6	22.4
	DO (%)	104.6%	103.5%	102.7%
	Salinidad (ppt)	33.4	33.4	33.3
	Cloro libre (mg/L)	1.10	3.24	5.67
	Cloro total (mg/L)	1.27	3.38	5.67
4 horas	pH	7.85	8.40	8.81
	Temperatura (°C)	22.0	22.1	21.9
	DO (%)	104.9%	103.7%	103.2%
	Salinidad (ppt)	33.4	33.4	33.3
	Cloro libre (mg/L)	0.62	1.95	3.18
	Cloro total (mg/L)	0.88	2.10	3.24
8 horas	pH	7.60	7.96	8.30

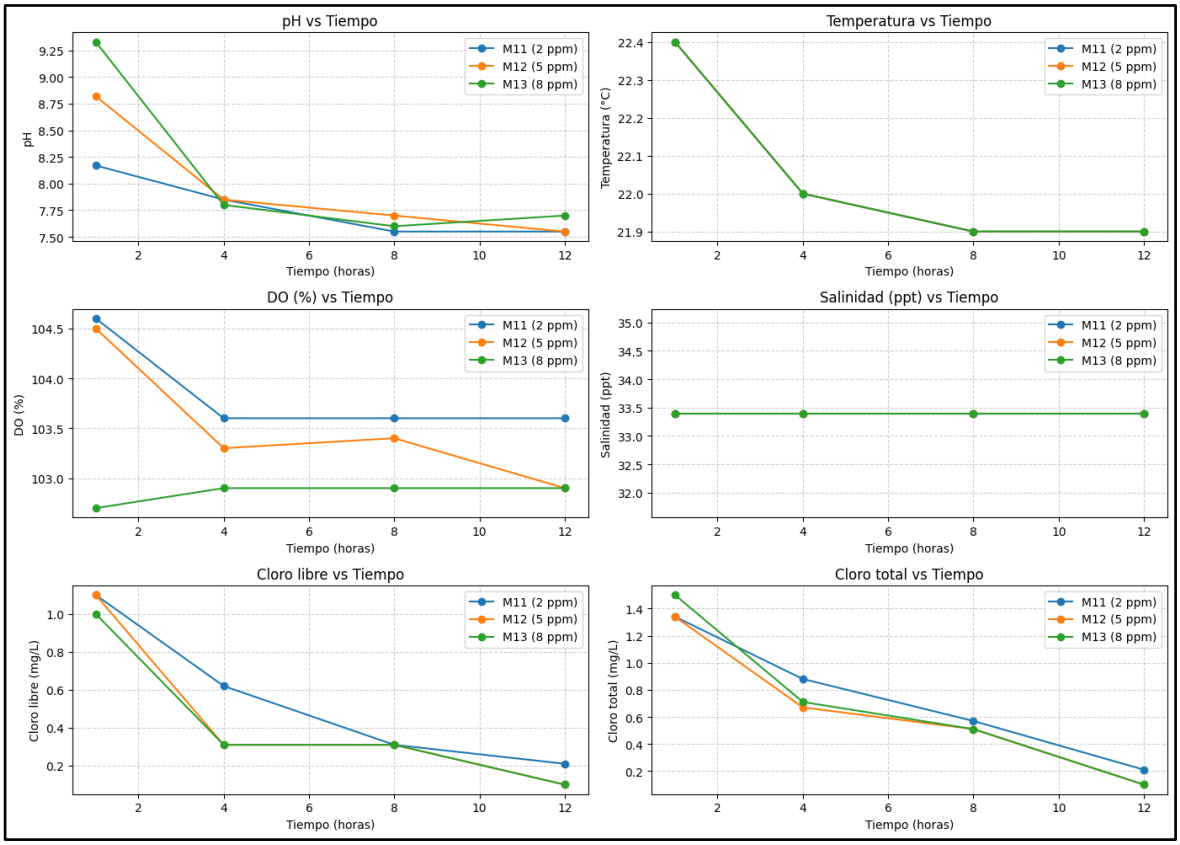
Tiempo (h)	Parámetro	M11 – 2 ppm	M12 – 5 ppm	M13 – 8 ppm
	Temperatura (°C)	21.9	22.0	21.9
	DO (%)	103.6%	103.3%	102.9%
	Salinidad (ppt)	33.4	33.4	33.3
	Cloro libre (mg/L)	0.31	0.90	1.38
	Cloro total (mg/L)	0.42	1.05	1.49
12 horas	pH	7.55	7.70	7.86
	Temperatura (°C)	21.9	21.9	21.9
	DO (%)	103.8%	102.9%	102.6%
	Salinidad (ppt)	33.4	33.4	33.3
	Cloro libre (mg/L)	0.14	0.49	0.80
	Cloro total (mg/L)	0.23	0.63	0.93

La Tabla 13 muestra algunas variaciones en los parámetros fisicoquímicos del cloro de acuerdo a los monitoreos en fase de luna llena y luna nueva, pues durante las fases de luna llena, se registraron valores de pH altos en concentraciones de 5 ppm y 8 ppm, estos valores reflejan la existencia de una mayor alcalinidad del agua, mientras que en fase de luna nueva los valores se redujeron ligeramente (7.5–8.1).

En cuanto a la temperatura, esta se mostró estable entre 21.9 y 22.6 °C, sin mostrar diferencias significativas, lo cual evidencia un entorno controlado y adecuado para la actividad larvaria, mientras que el oxígeno disuelto (DO), se mantuvo por encima del 100% de saturación en todos los monitoreos realizados, lo cual indica que existe una buena oxigenación del medio y poco estrés oxidativo. Por otro lado, la salinidad indicó valores que se mantuvieron constantes entre 33–33.4 ppt, esto evidencia una estabilidad en el medio durante la experimentación, mientras que el cloro libre y total mostraron reducciones progresivas con el paso de las horas siendo más significativo entre las 8-12 horas respectivamente y con una tendencia más rápida en luna nueva.

Figura 19.

Curva de comportamiento promedio de parámetros físico-químicos del cloro en función del tiempo



El gráfico 19 muestra las curvas de comportamiento de los parámetros físico-químicos del cloro, indicando en primer lugar, una curva descendente del pH en función del tiempo, alcanzando valores similares después de las 8 horas de exposición, mientras que la temperatura mostró una constancia con ligeras variaciones entre 22.4 y 21.9 °C, por lo cual no generó cambios significativos. Así mismo, el oxígeno disuelto (DO), tuvo una leve disminución con el tiempo, siendo más notable en las

concentraciones más altas, mientras que la salinidad permaneció estable durante todo el experimento, es decir, no se vio afectado por el tratamiento con cloro. Por último, tanto el cloro libre como el cloro total mostraron una tendencia decreciente con el paso del tiempo, mostrando una degradación natural del cloro en el agua tras las primeras horas de exposición, por tanto, y en general, estos resultados evidencian que los parámetros fisicoquímicos dentro del sistema son estables y no hay variaciones que puedan considerarse como críticas.

4.4. Promedio de la acción bactericida en las dosificaciones definitivas

Tabla 14.

Promedio de la acción bactericida en las dosificaciones definitivas (pre y post desinfección)

Reservorio	TSA (UFC/ml) (Antes)	TSA (UFC/ml) (Después)	Reducción TSA	TCBS (UFC/ml) (Antes)	TCBS (UFC/ml) (Después)	Reducción TCBS
M7 (20 ppm)	33,000	7,920	76.0%	600	12	98.0%
M8 (50 ppm)	26,000	3,900	85.0%	820	0,00	100%
M9 (80 ppm)	29,000	0,00	100%	710	0,00	100%

La tabla 14 refleja la acción bactericida en las dosificaciones definitivas de 20, 50 y 80 ppm en tres reservorios (M7, M8, M9), observándose una disminución progresiva tanto en el TSA como en el TCBS, con una mayor eficacia bactericida en las dosis más fuertes.

En el TSA, la reducción bactericida fue la siguiente:

- 76% en M7 (20 ppm)
- 85% en M8 (50 ppm)
- 100% en M9 (80 ppm)

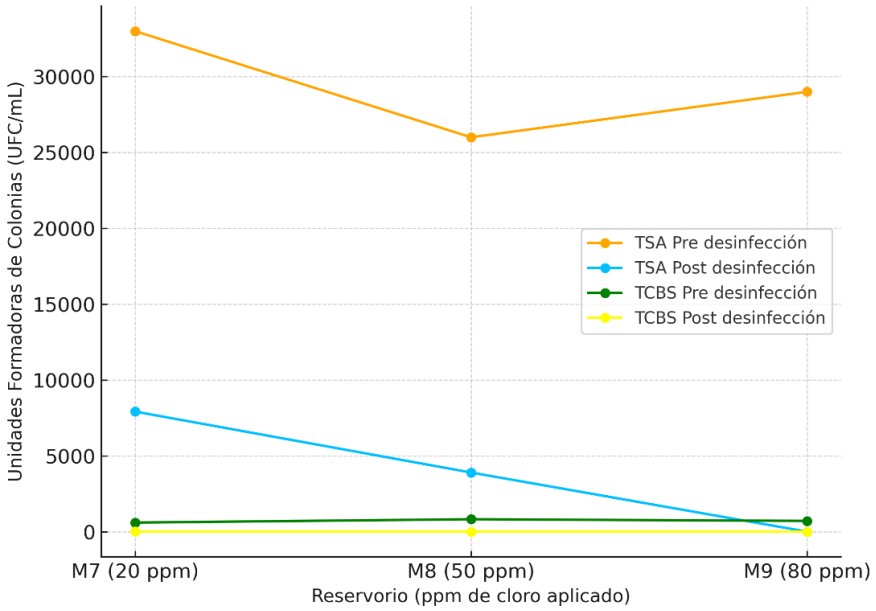
En el TCBS, las tasas de reducción fueron de:

- 98% en M7 (20 ppm)
- 100% en M8 (50 ppm)
- 100% en M9 (80 ppm)

Estos resultados permiten confirmar que la acción bactericida tiene una mayor efectividad a concentraciones altas de cloro, siendo mucho más potente en este caso, en las bacterias específicas vibrio (TCBS), alcanzando una eliminación del 100% en concentraciones de 50 y 80 ppm, lo cual garantiza una desinfección más eficaz del agua dentro de la producción larvaria de camarón.

Figura 20.

Curva promedio de la acción bactericida en las dosificaciones definitivas



El gráfico 20 muestra una tendencia decreciente en las unidades formadoras de colonias a medida que aumenta la concentración de cloro, tanto en el medio TSA como en el medio TCBS, pues se puede observar una notable reducción de cargas bacterianas después de la desinfección, pasando de valores muy elevados a niveles muy menores y nulos, especialmente en las concentraciones de 80 ppm donde se puede observar una eliminación total de las bacterias. La tendencia de eliminación que muestra la gráfica confirma que las dosis de cloro aplicados a 80 ppm tienen una efectividad del 100% tanto en el TSA como en el TCBS, evidenciando una eficacia muy alta del cloro como agente bactericida en los medios de cultivo.

4.5. Prueba de hipótesis

Para la prueba de hipótesis, se empleó el coeficiente de correlación de Pearson (r), donde se procesaron los datos obtenidos de los seis monitoreos de los reservorios M11, M12 y M13, y también se emplearon los datos recopilados de las dosificaciones bactericidas definitivas obtenidas en los reservorios M7, M8 y M9, por lo tanto, a partir de estos valores en conjunto, se procedió con el procesamiento de datos para obtener la correlación de Pearson entre la aplicación del cloro (NaOCI) y el nivel de desinfección logrado.

Tabla 15.

Prueba de hipótesis mediante el coeficiente de correlación de Pearson

		Aplicación de cloro a diferentes dosis (ppm)	**Nivel de desinfección (tasa de reducción bacteriana)**
Aplicación de cloro a diferentes dosis (ppm)	Correlación de Pearson (r)	1,000	0,912
	Sig. (bilateral)		0,001
	N	**6**	**6**
Nivel de desinfección (tasa de reducción bacteriana)	Correlación de Pearson (r)	0,912	1,000
	Sig. (bilateral)	0,001	
	N	6	6

La tabla 15 muestra un coeficiente de correlación de Pearson de 0.912, lo cual es muestra de una correlación muy fuerte entre la concentración de cloro aplicada a diferentes dosis y el nivel de desinfección bacteriana, este resultado permite confirmar también que, a medida que aumenta la concentración de cloro, también aumenta la

efectividad bactericida. Así mismo, el valor de significancia obtenido de 0,001 es menor al umbral de valoración de 0.05, lo que demuestra que existe una relación estadísticamente significativa entre la aplicación del cloro a diferentes dosis y el nivel de desinfección bacteriana, por lo cual se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula planteada en la investigación.

V. Capitulo

5.1. Discusiones

Los hallazgos que se han logrado con los diferentes monitoreos han puesto en evidencia que el cloro tiene una excelente eficacia bactericida que es directamente proporcional a su nivel de concentración, es decir, mientras se aumente el nivel de concentración, mayor será la efectividad que tendrá como agente bactericida, estos resultados concuerdan con el estudio de Zanipatin y García (2024), quienes mencionan que el impacto que tendrá el cloro será proporcional a las dosis que se apliquen, pero se debe tomar en cuenta los parámetros que se usan de manera cuidadosa, ya que una concentración excesiva también puede causar desequilibrios o daños a la sanidad del cultivo.

Con los seis monitoreos realizados, se encontró que las concentraciones de 5 ppm y 8 ppm son las que mostraron mayores reducciones bacterianas en comparación con las dosis de 2 ppm, estos hallazgos son interesantes porque permiten entender que las dosis bajas no logran superar la demanda orgánica del reservorio, lo que limita la capacidad desinfectante del cloro en este caso específico. Así mismo, las reducciones observadas tanto en el TSA como en el TCBS indican que el cloro tiene un poder más

selectivo sobre bacterias del género vibrio, identificando tasas de reducción superiores al 90% en las concentraciones de 8 ppm.

Estos resultados coindicen con los hallazgos expuestos por Harpeni et al. (2024), quienes afirmaron que *Vibrio spp*., es muy sensible al hipoclorito, especialmente en ambientes controlados, siendo la bacteria que mayormente se reduce a la exposición del cloro en tiempos bastantes prolongados. No obstante, se debe destacar también que en algunos monitoreos la reducción de la carga bacteriana en TSA fue menor, esto indica que el microbiota general presenta una resistencia mayor que los patógenos específicos y es algo que coincide con el estudio de Aguirre et al. (2023), donde se encontró que las bacterias no patógenas también pueden tolerar periodos de tiempo prolongados de exposición al cloro sin presentar alguna disminución significativa.

Desde esta perspectiva, los resultados muestran que las concentraciones de 5 ppm y 8 ppm tienen un impacto en la carga bactericida de forma sostenida a lo largo del tiempo, esto tiene similitud con los hallazgos de Bermúdez et al. (2024) y Bravo et al. (2024), quienes evidencian que la aplicación de cloro en niveles controlados permite una disminución significativa de la carga microbiana sin alterar los parámetros del agua.

De la misma manera, se reflejó que la efectividad del cloro tiende a disminuir cuando existe una alta carga bacteriana inicial, esto indica que es importante realizar seguimientos periódicos del cloro residual, esto tiene convergencia con el estudio de Álvarez et al. (2024) y Aguirre et al. (2021) quienes destacaron la relevancia de establecer sistemas de monitoreo continuo y registros a fin de evaluar el comportamiento del cloro con detalle. No obstante, las curvas de reducción muestran una rápida disminución del cloro libre después de su aplicación, estos datos demuestran que la estabilidad que tiene es simplemente temporal, por lo que es necesario ajustar la frecuencia de desinfección de acuerdo con el contexto real dentro del sistema de cultivo.

5.2. Conclusiones

- Se concluye que el cloro tiene un potencial bactericida efectivo en el agua destinada a la producción larvaria de camarón, evidenciado por las reducciones significativas en la carga microbiana total y específica, donde las concentraciones de 5 ppm y 8 ppm, alcanzan reducciones superiores al 75% en bacterias totales y hasta un 95% en *Vibrio spp*. Sin embargo, las concentraciones aplicadas a 80 ppm tienden a eliminar el 100% de la carga bacteriana tanto en el medio TSA como en el TCBS, siendo los niveles más eficaces.

- La perduración del cloro en el agua se limita en función del tiempo con una mayor reducción de potencia desinfectante entre las 8 y 12 horas de exposición, además, depende directamente de la concentración inicial, y los resultados demuestran que es más viable emplear 8 ppm cuando se requiere mantener una acción bactericida durante periodos prolongados ya que esta concentración es más persistente.
- Respecto a los parámetros fisicoquímicos del agua, durante las fases de luna llena, se registraron valores de pH más altos (8.8–9.3), principalmente en las concentraciones de 5 ppm y 8 ppm, mientras que en la luna nueva los valores fueron ligeramente menores (7.5–8.1), así mismo, el cloro libre y total mostraron reducciones progresivas más rápidas en fase de luna nueva, sin embargo, a pesar de estas variaciones, se concluye que no existen alteraciones críticas tras la aplicación del cloro cuando se hacen concentraciones controladas.
- La aplicación del cloro como agente bactericida tiene aportes positivos para la sanidad de los sistemas larvarios al reducir considerablemente las bacterias patógenas del género vibrio, por lo que se sugiere diseñar programas de desinfección basadas en concentraciones estandarizadas y evaluaciones periódicas a fin de mantener un cultivo sostenible dentro de la acuicultura.

5.3. Recomendaciones

- Se recomienda establecer un plan de capacitaciones al personal técnico de los laboratorios larvarios de camarón donde se aborden temas relacionados con el manejo seguro del laboratorio y las dosificaciones precisas del cloro a fin de evitar errores en la preparación de las soluciones desinfectantes.
- Se recomienda implementar un monitoreo de evaluación periódica de la sensibilidad bacteriana, especialmente del género vibrio, con respecto a los niveles de cloro aplicados, con el objetivo de prevenir la aparición de bacterias resistentes y garantizar el uso y consistencia del cloro aplicado en el reservorio.
- Se recomienda evaluar el uso alternativo del cloro tipo HTH (hipoclorito de calcio al 65–70%) frente al hipoclorito de sodio, considerando su mayor estabilidad, menor degradación por exposición solar y facilidad de transporte, asegurando previamente su correcta disolución y dosificación para evitar sobredosificaciones que afecten la microbiota benéfica y la calidad del agua.
- Desarrollar estudios complementarios que integren métodos alternativos y más sostenibles para el tratamiento del agua en los sistemas de cultivo, con la finalidad de reducir el impacto ambiental producido por el constante uso de agentes químico.

Referencias bibliográficas

Aalto, S., Madsen, L., & Pedersen, L. (2024). Peracetic acid mode-of-action on aquaculture microbes evaluated by dual-staining. *Aquaculture, 2*(1), 23-38. https://doi.org/https://backend.orbit.dtu.dk/ws/portalfiles/portal/336424315/1-s2.0-S0044848623009031-main.pdf

Aguirre, G., López, E., & Vázquez, M. (2023). Efecto de Vibrio harveyi en la sobrevivencia de larvas de Litopenaeus vannamei. *Scientia Agropecuaria, 4*(2), 121-127. https://www.researchgate.net/publication/259599238_Efecto_de_Vibrio_harveyi_en_la_sobrevivencia_de_larvas_de_Litopenaeus_vannamei

Aguirre, L., Sánchez, H., & Ordinola, A. (2021). Resistencia antibiótica en Vibrio spp aislados de camarón blanco Litopenaeus vannamei. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 32*(4), 1-22. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172021000400022

Alonso, M., & Ruiz, E. (2025). Exportaciones camaroneras y crecimiento económico en Ecuador, 2019-2024. *Revista de la Universidad del Zulia, 16*(47), 12-25. https://doi.org/https://zenodo.org/records/17065354

Álvarez, Y., Cruz, A., & Delgado, D. (2024). Evaluación del uso de la radiación UV y ozono en la degradación de algunas sulfonamidas. *Revista Colombiana de Ciencias Químico Farmacéuticas, 52*(3), 1-13. https://www.researchgate.net/publication/388552145_Evaluacion_del_uso_de_la_radiacion_UV_y_ozono_en_la_degradacion_de_algunas_sulfonamidasEvaluation_of_the_use_of_UV_radiation_and_ozone_in_the_degradation_of_some_sulfonamidesAvaliacao_do_uso_da_radiac

Barrantes, E. (2023). Efectos de la bacteria patógena Vibrio parahaemolyticus en camarones (Litopenaeus vannamei) de cultivo y en la salud del consumidor. *Revista Pensamiento Actual, 23*(40), 1-12. https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/pensamiento-actual/article/view/55171

Bermudes, J., Nieves, M., Flores, F., & López, D. (2024). Supervivencia, desarrollo y crecimiento de larvas de Penaeus vannamei alimentadas con dietas tradicionales y no-tradicionales. *Revista MVZ Córdoba, 28*(1), 1-16. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-02682023000100003

Bermúdez, A., Falcones, J., García, M., Santana, A., & Cruz, Y. (2024). Vibrio spp y bacterias heterótrofas en tres laboratorios de larvas de camarón blanco Penaeus vannamei de Manabí, Ecuador. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 35*(3), 1-13. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172024000300013

Blasco, A., Ibanyez, P., Fouz, B., & Amaro, C. (2025). Use of Electrolyzed Water as Disinfection Technology in Aquaculture Systems: Effects on Vibrio harveyi, a Significant Marine Pathogen for Marine Fish and Invertebrates. *Applied Sciences, 15*(5), 2334-2445. https://doi.org/https://doi.org/10.3390/app15052334

Bohórquez, A., & Vaca, G. (2025). Cultivo de postlarvas de camarón blanco (Litopenaeus vannamei) en sistemas de recirculación y biofloc. *Revista Científica Ciencias Naturales Y Ambientales, 19*(1), 1-14. https://doi.org/https://doi.org/10.53591/cna.v19i1.1975

Bravo, M., Rivera, M., & Mendoza, L. (2024). Bioprospección de bacterias presentes en sedimento de una laguna camaronera, Humedal La Segua. *Revista Científica y Tecnológica UPSE, 11*(2), 1-15.

https://www.researchgate.net/publication/387434520_Bioprospeccion_de_bacterias_presentes_en_sedimento_de_una_laguna_camaronera_Humedal_La_Segua

Briceño, H., Velazco, E., Moreno, B., & Romero, R. (2022). Factibilidad de Litopenaeus vannamei (Crustácea, Decápoda: Penaeidae) en áreas provenientes de agua subterránea. Municipio Miranda del estado Zulia - Venezuela. *Journal of the Selva Andina Animal Science, 9*(2), 17-29. https://doi.org/Journal of the Selva Andina Animal Science

Burgos, D., Valarezo, G., & Castillo, H. (2024). Cultivo de larvas de camarón Penaeus vannamei en la Unidad Educativa Muey, Santa Elena. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, 5*(4), 1-13. https://latam.redilat.org/index.php?journal=lt

Castro, J., & Ordinola, A. (2021). La estrategia de ayuno y realimentación, una alternativa viable para optimizar el consumo de alimento balanceado en el cultivo semi-intensivo de camarón blanco Litopenaeus vannamei. *Rev Inv Vet Perú 2, 32*(5), 1-12. https://doi.org/http://www.scielo.org.pe/pdf/rivep/v32n5/1609-9117-rivep-32-05-e19546.pdf

Choudhary, B., Pawase, A., & Ghode, G. (2025). A study of bacterial community structure of shrimp farms along the Ratnagiri coast, Maharashtra. *Heliyon, 11*(1), 13-28. https://doi.org/https://www.researchgate.net/publication/387748691_A_study_of_bacterial_community_structure_of_shrimp_farms_along_the_Ratnagiri_coast_Maharashtra

Flores, S., & Aracena, D. (2018). Sistema de monitoreo remoto de acuicultura en estanques para la crianza de camarones. *Ingeniare. Revista chilena de*

ingeniería, 26(1), 12-26. https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-33052018000500055&script=sci_arttext

Guélac, J., Sánchez, J., & Valles, M. (2023). Impacto del uso de herramientas tecnológicas en la producción acuícola. *Enfoque UTE, 14*(2), 66-76. https://www.redalyc.org/journal/5722/572274259005/html/

Guo, Y., L. X., Zhang, H., & Wang, J. (2021). Insights into antimicrobial agent sulfacetamide transformation and disinfection by-product formation during chlorination. *RSC Advances*(11), 12345–12360. https://doi.org/https://doi.org/10.1039/D1RA01605A

Harpeni, E., Isnansetyo, A., & Indah, I. (2024). Bacterial biocontrol of vibriosis in shrimp: A review. *Aquaculture Internacional, 32*(5), 1-31. https://www.researchgate.net/publication/378742754_Bacterial_biocontrol_of_vibriosis_in_shrimp_A_review

Hernández, P., Timaná, M., Robles, M., Peraza, V., & Ascencio, F. (2022). Incremento de la supervivencia de camarón blanco (Litopenaeus vannamei) infectado con el virus de la mancha blanca y alimentado con una dieta suplementada con aceite de coco (Cocos nucifera). *Abanico veterinario, 12*(1), 12-29. https://doi.org/https://doi.org/10.21929/abavet2022.2

Intriago, D., Zambrano, D., Quijije, L., & Alió, J. (2024). Vibrios potencialmente patógenos en camarón de comercio minorista en mercados del cantón Manta, Manabí. Ecuador. *Revista de Ciencias del Mar y Acuicultura, 7*(13), 2-17. https://www.researchgate.net/publication/387325578_Vibrios_potencialmente_patogenos_en_camaron_de_comercio_minorista_en_mercados_del_canton_Manta_Manabi_Ecuador

Jiménez, J., Carvajal, H., & Vite, H. (2021). Análisis del pronóstico de las exportaciones del camarón en el Ecuador a partir del año 2019. *Revista*

Metropolitana de Ciencias Aplicadas, 4(1), 55-61. https://doi.org/https://www.redalyc.org/pdf/7217/721778108008.pdf

Kumar, V., Gudipati, V., & Saurabh, S. (2016). Selection of high-health postlarvae: A prerequisite for sustainability of the Indian shrimp industry. *Revista Social Fronteriza, 1*(2), 12-29. https://www.researchgate.net/publication/260794948_Selection_of_high-health_postlarvae_A_prerequisite_for_sustainability_of_the_Indian_shrimp_industry

Leal, J., Neves, M., & Santos, E. (2018). Use of formalin in intensive aquaculture: Properties, application and effects on fish and water quality. *Reviews in Aquaculture, 10*(2), 281-295. https://www.researchgate.net/publication/304026866_Use_of_formalin_in_intensive_aquaculture_Properties_application_and_effects_on_fish_and_water_quality

Liu, D., Meinelt, T., & Lazado, C. (2024). Towards sustainable water disinfection with peracetic acid in aquaculture: a review. *Reviews in Aquaculture, 16*(4), 1621–1646. https://doi.org/https://doi.org/10.1111/raq.12915

Mora, G., Delgado, C., Peñarrieta, F., & Urdanigo, L. (2025). Producción de camarón blanco (litopenaeus vannamei) y su impacto en los componentes fisicoquímicos del agua en el golfo de Guayaquil, Ecuador. *MQRInvestigar, 9*(2), 1-15. https://www.investigarmqr.com/2025/index.php/mqr/article/view/639

Muñoz, M. (2022). Análisis de la calidad del agua en cultivos de larvas de camaron aplicando Indice de Calidad de Agua ICA. *UPSE*, 1-54.

Ocampo, D., Vázquez, G., Sylvia, M., Iturbe, U., & Coronel, C. (2022). Desinfección del agua: una revisión a los tratamientos convencionales y. *Ingeniería del*

Agua, 26(3), 185-204. https://polipapers.upv.es/index.php/IA/article/view/17651

Ortega, W., & Elizalde, M. (2024). Proyección de las exportaciones del sector Camaronero en El Oro, Ecuador: Impacto en la inversión privada. *Revista Ñeque, 7*(19), 1-15. https://doi.org/https://doi.org/10.33996/revistaneque.v7i19.155

Paredes, M., Zaga, B., Chu-Koo, F., & Napuchi, J. (2024). Fotoperiodo y rendimiento larval en el cultivo del camarón gigante de Malasia (Macrobrachium rosenbergii) bajo condiciones controladas. *Macrobrachium, 2*(15), 1-14. https://www.researchgate.net/publication/393147949_Fotoperiodo_y_rendimiento_larval_en_el_cultivo_del_camaron_gigante_de_Malasia_Macrobrachium_rosenbergii_bajo_condiciones_controladas

Peña, N., Rodríguez, J., & Umaña, R. (2025). Prevalencia de AHPND en camaroneras del Golfo de Nicoya y Pacífico Central, Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana, 36*(1), 1-17. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15517/am.2024.59110

Piguave, A. (5 de Abril de 2025). Uso de cloro en las desinfecipon del agua de mar utilizada en los reservorios. (B. Apolo, Entrevistador)

Pin, J., López, M., Alcívar, B., & Zambrano, J. (2024). Capacidades dinámicas y la innovación en Mipymes del sector camaronero de Manabí. *Revista digital de Ciencia, Tecnología e Innovación, 11*(1), 57-71. https://doi.org/https://www.redalyc.org/journal/5646/564677294005/564677294005.pdf

Ramírez, H., Peraza, V., Velázquez, I., & Estrada, N. (2025). Factores que afectan la densidad de Vibrio parahaemolyticus en el hepatopáncreas del camarón Penaeus vannamei en unidades de producción al Noroeste de México.

Abanico veterinario, 16(2), 23-36. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-61322025000100401&lng=es&nrm=iso

Ríos, L., Corrales, Y., González, M., & Carrillo, O. (2022). Principales factores que modifican el sistema inmune en camarones peneidos estrategias para un cultivo sostenible. *Revista de Producción Animal, 34*(1), 1-12. https://doi.org/http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-79202022000100103

Roca, K. (2020). Análisis de indicadores productivos de larvas de camarón en el laboratorio Ambartek s.a. durante el período 2017-2021, Engabao – Playas. *AcuiculturaEC, 1*(2), 1-15. https://repositorio.upse.edu.ec/items/1318ae7e-b03d-4327-be44-bd5f4de8c1a4

Rodriguez, D., Lodeiros, C., & Jormil, R. (2020). Tratamiento físico-químico del agua para el cultivo larvario y el asentamiento de la ostra del Pacífico Crassostrea gigas (Thunberg, 1975). *AquaTechnica Revista Iberoamericana de Acuicultura, 2*(1), 12-26. https://www.researchgate.net/publication/357055461_Tratamiento_fisico-quimico_del_agua_para_el_cultivo_larvario_y_el_asentamiento_de_la_ostra_del_Pacifico_Crassostrea_gigas_Thunberg_1975

Sanchez, G., Sá, I., & Costa, R. (2022). Vibriosis outbreaks in aquaculture: an overview of Vibrio infections and management strategies. *Frontiers in Microbiology, 13*(2), 815-904. https://doi.org/https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.904815

Segura, J., Martínez, V., & Osorio, V. (2022). Efectos del dióxido de cloro para el control de vibriosis en el camarón blanco (Penaeus vannamei). *Ciencia Acuicola, 1*(2), 1-12. https://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/55528

Sumich, J. (1996). *Introducción a la biología de la vida marina (6ª ed.).* Dubuque, IA: Wm. C. Brown.

Terreros, F. (2025). Eficiencia productiva en la industria camaronera del Ecuador: Influencia de factores tecnológicos y ambientales en su Competitividad. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 9*(1), 1696-1713. https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/15939

Velásquez, P., Solorzano, J., Ochoa, P., Solano, G., Quizhpe, P., & Guillen, R. (2023). Caracterización de la calidad del agua durante el cultivo del camarón Litopenaeus vannamei con agua dulce en el Sur del Ecuador. *Journal of the Selva Andina Animal Science, 10*(2), 2311-2581. https://portal.amelica.org/ameli/journal/198/1984644004/movil/

Villón, B., Duque, R., & Daniel, R. (2025). Efecto del método de infección de Pseudomonas sp. asociada a tanques de larvicultura del camarón blanco Penaeus vannamei. *Revista Científica y Tecnológica UPSE (RCTU), 12*(1), 12-28. https://doi.org/https://doi.org/10.26423/rctu.v12i1.872

Wang, C., Ren, G., Yan, S., & Zhou, G. (2025). Long-term effects of chlorine stress on the growth and biochemical indices of Cyclina sinensis. *Frontiers in Marine Science, 1*(2), 1-13. https://doi.org/https://doi.org/10.3389/fmars.2025.1603510

Welsh, J. (24 de Octubre de 2023). *Análisis de cloro: ventajas y desventajas de los métodos de electrodos colorimétricos y amperométricos DPD*. YSI: https://www.ysi.com/ysi-blog/water-blogged-blog/2023/10/comparing-chlorine-measurement-methods#:~:text=The%20DPD%20method%20is%20a,concentration%20in%20the%20water%20sample.

Wen, D., Wang, J., Ding, M., & Zhamaerding, A. (2025). Formation of iodinated disinfection by-products from high-dose disinfection with two types of iodine disinfectant in aquaculture. *Chemosphere, 387*, 10-23. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2025.144653

Yang, G., Huang, Y., & Ma, J. (2025). Comparative disinfection efficacy in aquaculture: novel methylene bis(thiocyanate) vs. trichloroisocyanuric acid against Aeromonas hydrophila. *Frontiers in Microbiology, 16*(2), 1-18. https://doi.org/https://doi.org/10.3389/fmicb.2025.1611576

Zambrano, R., Real, G., & Quimis, J. (2019). Application del enfoque y control de procesos en la reducción de la mortalidad de nauplios y postlarvas de camarón en un laboratorio de producción. *ECA Sinergia, 10*(2), 129-139. https://www.redalyc.org/journal/5885/588561542011/588561542011.pdf

Zanipatin, J., & García, W. (2024). Plan de mejora del cultivo de larvas de camarón en la empresa MARyLARVAS. *Revista Social Fronteriza, 4*(2), 1-25. https://www.researchgate.net/publication/378720013_Plan_de_mejora_del_cultivo_de_larvas_de_camaron_en_la_empresa_MARyLARVAS

Zhang, H., Huang, Y., Ma, N., Wang, H.-b., Zhang, X.-y., & Xing, Y.-c. (2023). Effect of different doses of trichloroisocyanuric acid on aquaculture pond water. *Aquaculture, 1*(2), 12-36. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2023.739390

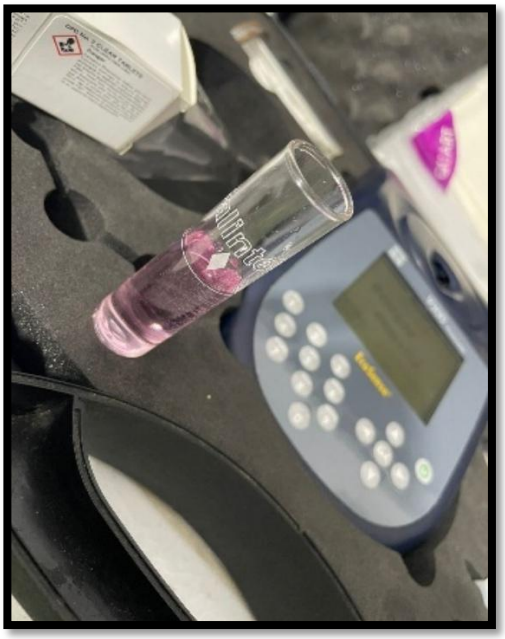
Zhu, Z., Gross, A., Brown, P., & Luo, G. (2025). Disinfection By-Products in Aquaculture: Sources, Impacts, Removal and Future Research. *Reviews in Aquaculture, 17*(3), 1-12. https://doi.org/https://doi.org/10.1111/raq.70035

ANEXOS

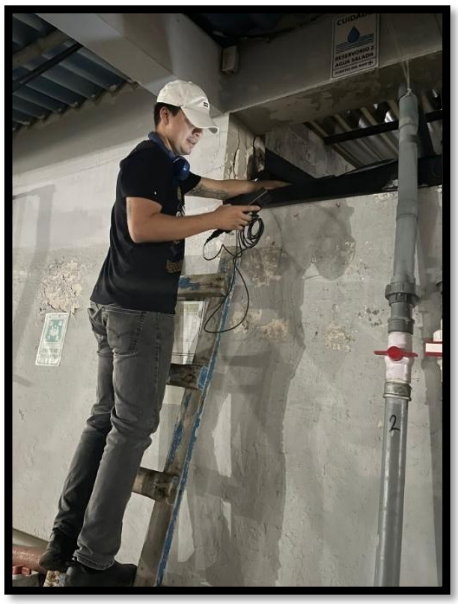
Preparación de los medios de cultivos.

Rotulación de cajas Petri para sembrar de manera correcta

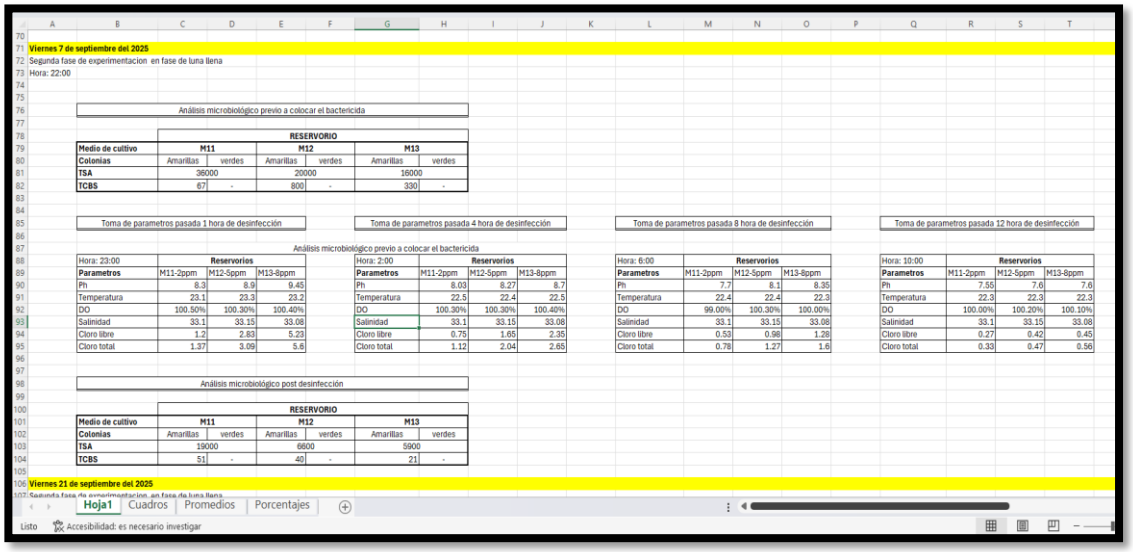
Monitoreo del cloro libre



Toma de parametros fisicos y quimicos



Tabulación de datos en Excel y en campo



Viernes 7 de septiembre del 2025

Segunda fase de experimentacion en fase de luna llena

Hora: 22:00

Análisis microbiológico previo a colocar el bactericida

	RESERVORIO					
Medio de cultivo	M11		M12		M13	
Colonias	Amarillas	verdes	Amarillas	verdes	Amarillas	verdes
TSA	36000		20000		16000	
TCBS	67	-	800	-	330	-

Toma de parametros pasada 1 hora de desinfección

Análisis microbiológico previo a colocar el bactericida

Hora: 23:00	Reservorios		
Parametros	M11-2ppm	M12-5ppm	M13-8ppm
Ph	8.3	8.9	9.45
Temperatura	23.1	23.3	23.2
DO	100.50%	100.30%	100.40%
Salinidad	33.1	33.15	33.08
Cloro libre	1.2	2.83	5.23
Cloro total	1.37	3.09	5.6

Toma de parametros pasada 4 hora de desinfección

Hora: 2:00	Reservorios		
Parametros	M11-2ppm	M12-5ppm	M13-8ppm
Ph	8.03	8.27	8.7
Temperatura	22.5	22.4	22.5
DO	100.30%	100.30%	100.40%
Salinidad	33.1	33.15	33.08
Cloro libre	0.75	1.65	2.35
Cloro total	1.12	2.04	2.65

Toma de parametros pasada 8 hora de desinfección

Hora: 6:00	Reservorios		
Parametros	M11-2ppm	M12-5ppm	M13-8ppm
Ph	7.7	8.1	8.35
Temperatura	22.4	22.4	22.3
DO	99.00%	100.30%	100.00%
Salinidad	33.1	33.15	33.08
Cloro libre	0.53	0.98	1.28
Cloro total	0.78	1.27	1.6

Toma de parametros pasada 12 hora de desinfección

Hora: 10:00	Reservorios		
Parametros	M11-2ppm	M12-5ppm	M13-8ppm
Ph	7.55	7.6	7.6
Temperatura	22.3	22.3	22.3
DO	100.00%	100.20%	100.10%
Salinidad	33.1	33.15	33.08
Cloro libre	0.27	0.42	0.45
Cloro total	0.33	0.47	0.56

Análisis microbiológico post desinfección

	RESERVORIO					
Medio de cultivo	M11		M12		M13	
Colonias	Amarillas	verdes	Amarillas	verdes	Amarillas	verdes
TSA	19000		6600		5900	
TCBS	51	-	40	-	21	-

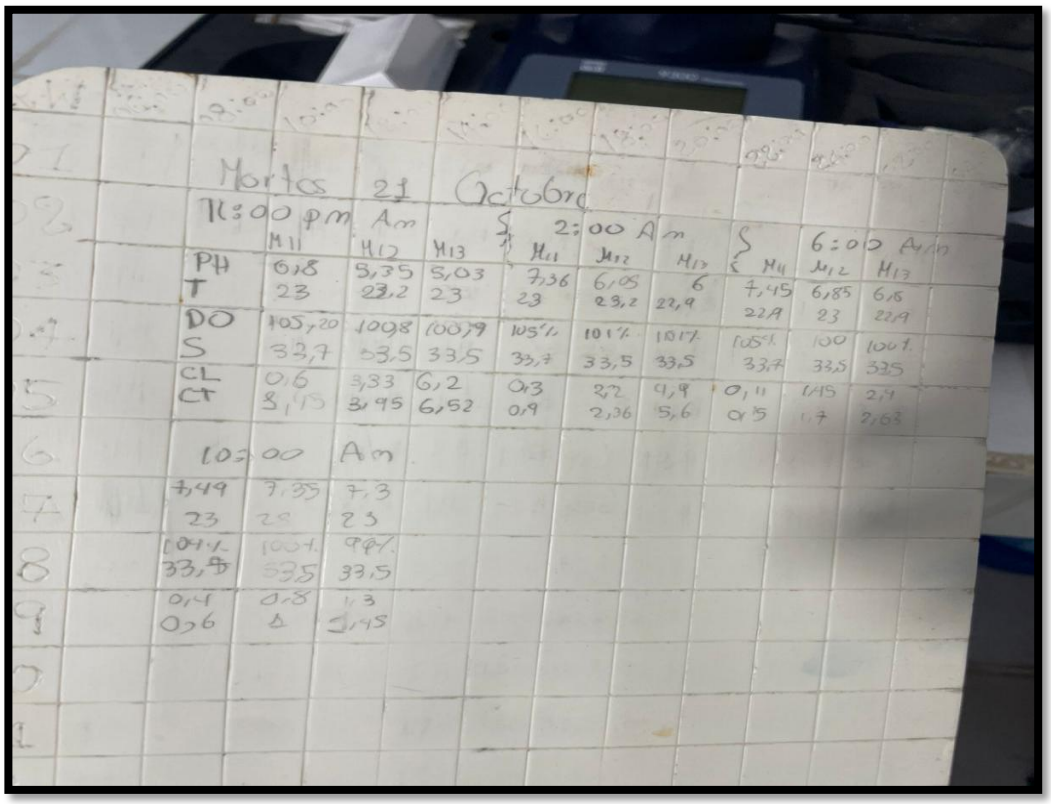
Viernes 21 de septiembre del 2025

Segunda fase de experimentacion en fase de luna llena

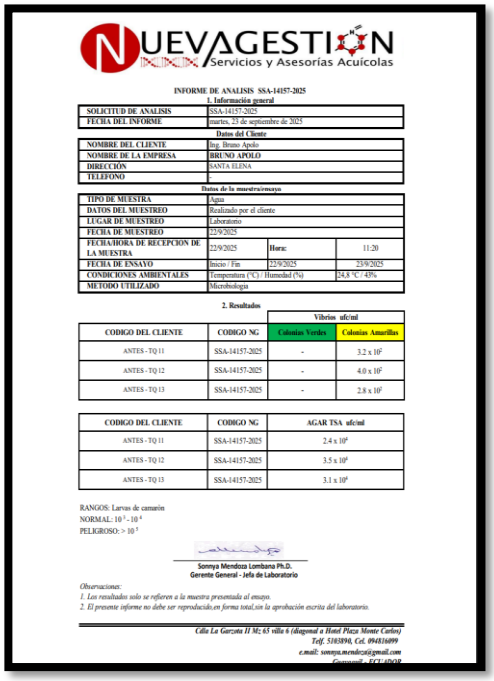
Hoja1 | Cuadros | Promedios | Porcentajes

Listo | Accesibilidad: es necesario investigar

Utilización de materiales especiales para evitar que se borren los parametros



Resultados de los análisis microbiológicos



NUEVAGESTIÓN
Servicios y Asesorías Acuícolas

INFORME DE ANALISIS SSA-14157-2025

1. Información general

SOLICITUD DE ANALISIS	SSA-14157-2025
FECHA DEL INFORME	martes, 23 de septiembre de 2025

Datos del Cliente

NOMBRE DEL CLIENTE	Ing. Bruno Apolo
NOMBRE DE LA EMPRESA	BRUNO APOLO
DIRECCIÓN	SANTA ELENA
TELEFONO	

Datos de la muestra/ensayo

TIPO DE MUESTRA	Agua		
DATOS DEL MUESTREO	Realizado por el cliente		
LUGAR DE MUESTREO	Laboratorio		
FECHA DE MUESTREO	22/9/2025		
FECHA/HORA DE RECEPCION DE LA MUESTRA	22/9/2025	Hora:	11:20
FECHA DE ENSAYO	Inicio / Fin	22/9/2025	23/9/2025
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura (°C) / Humedad (%)		24,8 °C / 43%
METODO UTILIZADO	Microbiologia		

2. Resultados

		Vibrios ufc/ml	
CODIGO DEL CLIENTE	CODIGO NG	Colonias Verdes	Colonias Amarillas
ANTES - TQ 11	SSA-14157-2025	-	3.2×10^2
ANTES - TQ 12	SSA-14157-2025	-	4.0×10^2
ANTES - TQ 13	SSA-14157-2025	-	2.8×10^2

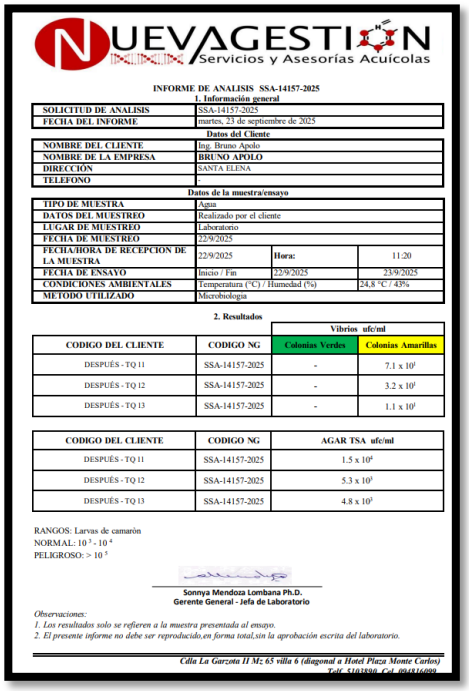
CODIGO DEL CLIENTE	CODIGO NG	AGAR TSA ufc/ml
ANTES - TQ 11	SSA-14157-2025	2.4×10^4
ANTES - TQ 12	SSA-14157-2025	3.5×10^4
ANTES - TQ 13	SSA-14157-2025	3.1×10^4

RANGOS: Larvas de camarón
NORMAL: 10^3 - 10^4
PELIGROSO: > 10^5

Sonnya Mendoza Lombana Ph.D.
Gerente General - Jefa de Laboratorio

Observaciones:
1. Los resultados solo se refieren a la muestra presentada al ensayo.
2. El presente informe no debe ser reproducido,en forma total,sin la aprobación escrita del laboratorio.

Cida La Garzota II Mz 65 villa 6 (diagonal a Hotel Plaza Monte Carlos)
Telf. 5103890, Cel. 0943816099
e.mail: sonnya.mendoza@gmail.com
Guayaquil - ECUADOR



NUEVAGESTIÓN
Servicios y Asesorías Acuícolas

INFORME DE ANALISIS SSA-14157-2025

1. Información general

SOLICITUD DE ANALISIS	SSA-14157-2025
FECHA DEL INFORME	martes, 23 de septiembre de 2025

Datos del Cliente

NOMBRE DEL CLIENTE	Ing. Bruno Apolo
NOMBRE DE LA EMPRESA	BRUNO APOLO
DIRECCIÓN	SANTA ELENA
TELEFONO	

Datos de la muestra/ensayo

TIPO DE MUESTRA	Agua		
DATOS DEL MUESTREO	Realizado por el cliente		
LUGAR DE MUESTREO	Laboratorio		
FECHA DE MUESTREO	22/9/2025		
FECHA/HORA DE RECEPCION DE LA MUESTRA	22/9/2025	Hora:	11:20
FECHA DE ENSAYO	Inicio / Fin	22/9/2025	23/9/2025
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura (°C) / Humedad (%)		24,8 °C / 43%
METODO UTILIZADO	Microbiologia		

2. Resultados

		Vibrios ufc/ml	
CODIGO DEL CLIENTE	CODIGO NG	Colonias Verdes	Colonias Amarillas
DESPUÉS - TQ 11	SSA-14157-2025	-	7.1×10^1
DESPUÉS - TQ 12	SSA-14157-2025	-	3.2×10^1
DESPUÉS - TQ 13	SSA-14157-2025	-	1.1×10^1

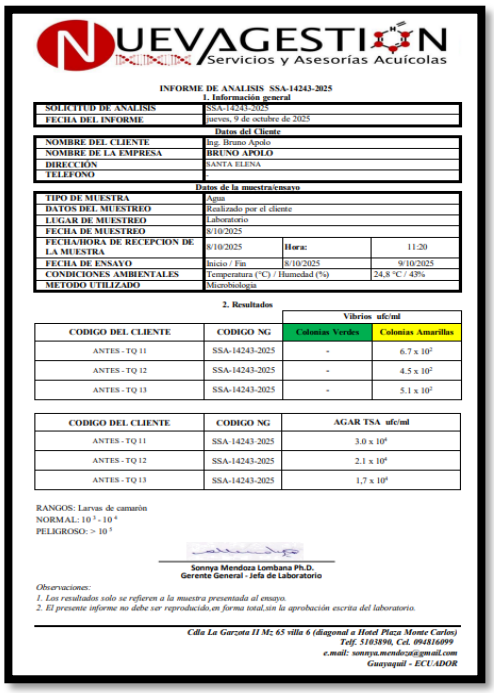
CODIGO DEL CLIENTE	CODIGO NG	AGAR TSA ufc/ml
DESPUÉS - TQ 11	SSA-14157-2025	1.5×10^4
DESPUÉS - TQ 12	SSA-14157-2025	5.3×10^3
DESPUÉS - TQ 13	SSA-14157-2025	4.8×10^3

RANGOS: Larvas de camarón
NORMAL: 10^3 - 10^4
PELIGROSO: > 10^5

Sonnya Mendoza Lombana Ph.D.
Gerente General - Jefa de Laboratorio

Observaciones:
1. Los resultados solo se refieren a la muestra presentada al ensayo.
2. El presente informe no debe ser reproducido,en forma total,sin la aprobación escrita del laboratorio.

Cida La Garzota II Mz 65 villa 6 (diagonal a Hotel Plaza Monte Carlos)
Telf. 5103890, Cel. 0943816099



NUEVAGESTIÓN
Servicios y Asesorías Acuícolas

INFORME DE ANALISIS SSA-14243-2025

1. Información general

SOLICITUD DE ANALISIS	SSA-14243-2025
FECHA DEL INFORME	jueves, 9 de octubre de 2025

Datos del Cliente

NOMBRE DEL CLIENTE	Ing. Bruno Apolo
NOMBRE DE LA EMPRESA	BRUNO APOLO
DIRECCIÓN	SANTA ELENA
TELEFONO	

Datos de la muestra/ensayo

TIPO DE MUESTRA	Agua		
DATOS DEL MUESTREO	Realizado por el cliente		
LUGAR DE MUESTREO	Laboratorio		
FECHA DE MUESTREO	8/10/2025		
FECHA/HORA DE RECEPCION DE LA MUESTRA	8/10/2025	Hora:	11:20
FECHA DE ENSAYO	Inicio / Fin	8/10/2025	9/10/2025
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura (°C) / Humedad (%)		24,8 °C / 43%
METODO UTILIZADO	Microbiologia		

2. Resultados

		Vibrios ufc/ml	
CODIGO DEL CLIENTE	CODIGO NG	Colonias Verdes	Colonias Amarillas
ANTES - TQ 11	SSA-14243-2025	-	6.7×10^2
ANTES - TQ 12	SSA-14243-2025	-	4.5×10^2
ANTES - TQ 13	SSA-14243-2025	-	5.1×10^2

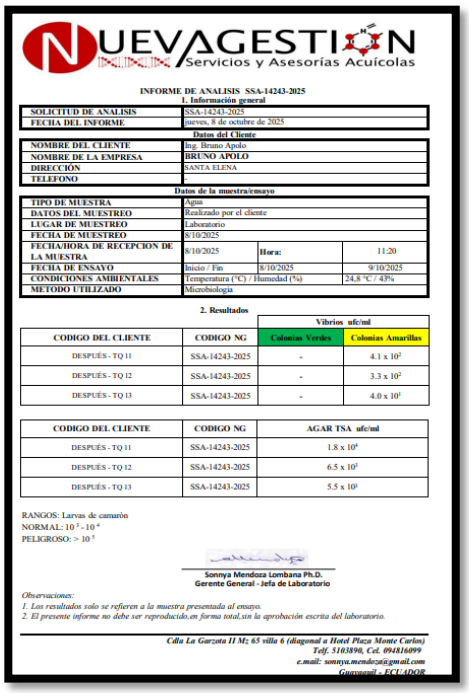
CODIGO DEL CLIENTE	CODIGO NG	AGAR TSA ufc/ml
ANTES - TQ 11	SSA-14243-2025	3.0×10^4
ANTES - TQ 12	SSA-14243-2025	2.1×10^4
ANTES - TQ 13	SSA-14243-2025	$1,7 \times 10^4$

RANGOS: Larvas de camarón
NORMAL: 10^3 - 10^4
PELIGROSO: > 10^5

Sonnya Mendoza Lombana Ph.D.
Gerente General - Jefa de Laboratorio

Observaciones:
1. Los resultados solo se refieren a la muestra presentada al ensayo.
2. El presente informe no debe ser reproducido,en forma total,sin la aprobación escrita del laboratorio.

Cida La Garzota II Mz 65 villa 6 (diagonal a Hotel Plaza Monte Carlos)
Telf. 5103890, Cel. 0943816099
e.mail: sonnya.mendoza@gmail.com
Guayaquil - ECUADOR



NUEVAGESTIÓN
Servicios y Asesorías Acuícolas

INFORME DE ANALISIS SSA-14243-2025

1. Información general

SOLICITUD DE ANALISIS	SSA-14243-2025
FECHA DEL INFORME	jueves, 8 de octubre de 2025

Datos del Cliente

NOMBRE DEL CLIENTE	Ing. Bruno Apolo
NOMBRE DE LA EMPRESA	BRUNO APOLO
DIRECCIÓN	SANTA ELENA
TELEFONO	

Datos de la muestra/ensayo

TIPO DE MUESTRA	Agua		
DATOS DEL MUESTREO	Realizado por el cliente		
LUGAR DE MUESTREO	Laboratorio		
FECHA DE MUESTREO	8/10/2025		
FECHA/HORA DE RECEPCION DE LA MUESTRA	8/10/2025	Hora:	11:20
FECHA DE ENSAYO	Inicio / Fin	8/10/2025	9/10/2025
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura (°C) / Humedad (%)		24,8 °C / 43%
METODO UTILIZADO	Microbiologia		

2. Resultados

		Vibrios ufc/ml	
CODIGO DEL CLIENTE	CODIGO NG	Colonias Verdes	Colonias Amarillas
DESPUÉS - TQ 11	SSA-14243-2025	-	4.1×10^2
DESPUÉS - TQ 12	SSA-14243-2025	-	3.3×10^2
DESPUÉS - TQ 13	SSA-14243-2025	-	4.0×10^1

CODIGO DEL CLIENTE	CODIGO NG	AGAR TSA ufc/ml
DESPUÉS - TQ 11	SSA-14243-2025	1.8×10^4
DESPUÉS - TQ 12	SSA-14243-2025	6.5×10^3
DESPUÉS - TQ 13	SSA-14243-2025	5.5×10^3

RANGOS: Larvas de camarón
NORMAL: 10^3 - 10^4
PELIGROSO: > 10^5

Sonnya Mendoza Lombana Ph.D.
Gerente General - Jefa de Laboratorio

Observaciones:
1. Los resultados solo se refieren a la muestra presentada al ensayo.
2. El presente informe no debe ser reproducido,en forma total,sin la aprobación escrita del laboratorio.

Cida La Garzota II Mz 65 villa 6 (diagonal a Hotel Plaza Monte Carlos)
Telf. 5103890, Cel. 0943816099
e.mail: sonnya.mendoza@gmail.com
Guayaquil - ECUADOR

La libertad, 3 de noviembre del 2025

Jose Fuentes Lara - Fuentes del Mar
RUC: 0919347328001
Dirección: La diablica, Carr. a Punta Carnero, Salinas
Teléfono:
Correo electrónico: administracionjf@fuentesdelmar.ec

De nuestra consideración:

Por medio de la presente, el Laboratorio Fuentes del Mar, debidamente acreditado y con registro vigente, certifica que ha brindado el respaldo del uso de las instalaciones y equipos correspondientes al trabajo de tesis titulado: EVALUACIÓN DEL CLORO COMO AGENTE BACTERICIDA EN EL AGUA DESTINADA A LA PRODUCCIÓN LARVARIA DE CAMARÓN. Realizado por el estudiante Apolo Jaramillo Bruno José, bajo la dirección académica de la Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE).

Asimismo, se deja expresa constancia de que los datos obtenidos a partir del trabajo de titulación no son de propiedad del laboratorio, sino que pertenecen en su totalidad a la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

El laboratorio únicamente actuó como entidad de apoyo técnico para la obtención de resultados analíticos, sin participación en el diseño, interpretación, ni publicación de los datos.

Sin otro particular, reiteramos nuestra disposición a colaborar en procesos académicos y científicos en el marco de la ética y la transparencia.

Atentamente,

KATHERIN DIAZ CATAÑO

Katherin Diaz
C.I. 0964709000

Gerente general
Fuentes del Mar

La libertad, 30 de octubre de 2025

Ingeniero

Jimmy Villón Moreno, MSc. **Director Carrera Biología COMISIÓN DE TITULACIÓN**
En su despacho. –

De mi consideración

Por medio del presente informo a usted que el estudiante **APOLO JARAMILLO BRUNO JOSÉ,** con cedula de identidad N° **0707061008**, ha realizado las correcciones y concluido con la propuesta del Trabajo de Titulación cuyo tema es **"EVALUACIÓN DEL CLORO COMO AGENTE BACTERICIDA EN EL AGUA DESTINADA A LA PRODUCCIÓN LARVARIA DE CAMARÓN"**, por tal motivo extiendo al aval y puede continuar con el respectivo proceso para optar al título de Biólogo.

Particular que comunico para los fines pertinentes.

Acui. Sonnya Mendoza Ph.D.

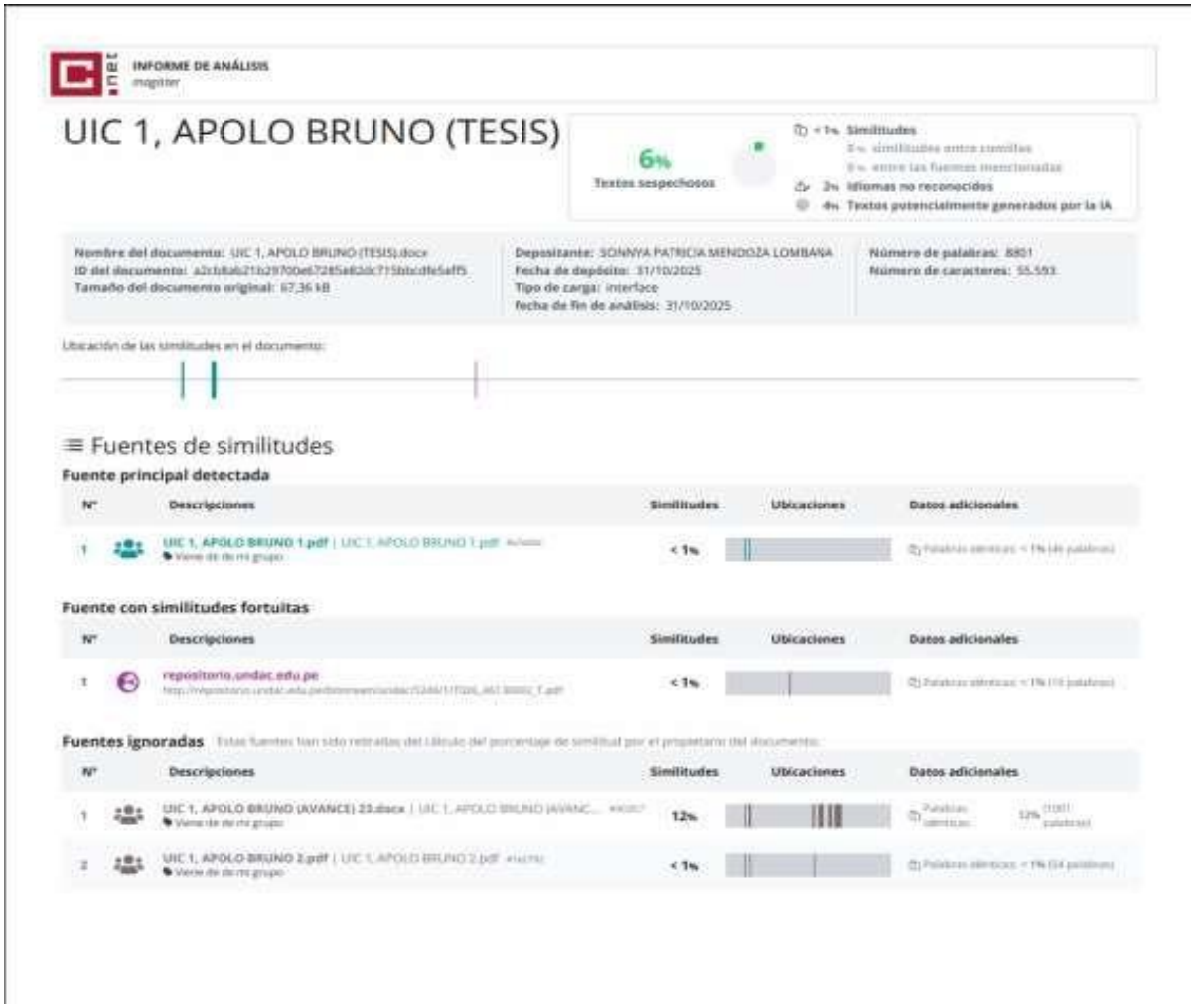
Dirección: Campus matriz, La Libertad - prov. Santa Elena - Ecuador
Código Postal: 240204 - **Teléfono:** (04) 781732 ext 131
www.upse.edu.ec

CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO

Certifico que después de revisar el documento final del trabajo de titulación "EVALUACIÓN DEL CLORO (NaOCl) COMO AGENTE BACTERICIDA EN EL AGUA DESTINADA A LA PRODUCCIÓN LARVARIA DE CAMARÓN", presentado por el estudiante, Apolo Jaramillo Bruno José, fue enviado al Sistema Anti-plagio COMPILATIO, presentando un porcentaje de similitud correspondiente al 6%, por lo que se aprueba el trabajo para que continúe con el proceso de titulación.

Ac. Sonnya Mendoza Lombana. PhD.
Docente tutora

Anexo



INFORME DE ANÁLISIS
magister

UIC 1, APOLO BRUNO (TESIS)

6%
Textos sospechosos

< 1% Similitudes
0 % similitudes entre comillas
0 % entre las fuentes mencionadas
3% Idiomas no reconocidos
4% Textos potencialmente generados por la IA

Nombre del documento: UIC 1, APOLO BRUNO (TESIS).docx
ID del documento: a2cb8ab210b2970ded7285a82dc715bbcdfe5aff5
Tamaño del documento original: 67,36 kB

Depositante: SONNYA PATRICIA MENDOZA LOMBANA
Fecha de depósito: 31/10/2025
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 31/10/2025

Número de palabras: 8801
Número de caracteres: 55.593

Ubicación de las similitudes en el documento:

Fuentes de similitudes

Fuente principal detectada

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	UIC 1, APOLO BRUNO 1.pdf | UIC 1, APOLO BRUNO 1.pdf Viene de otro grupo	< 1%		

Fuente con similitudes fortuitas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	repositorio.undac.edu.pe	< 1%		

Fuentes ignoradas Estas fuentes han sido retiradas del cálculo del porcentaje de similitud por el propietario del documento.

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	UIC 1, APOLO BRUNO (AVANCE) 23.docx | UIC 1, APOLO BRUNO (AVANC... Viene de otro grupo	12%		
2	UIC 1, APOLO BRUNO 2.pdf | UIC 1, APOLO BRUNO 2.pdf Viene de otro grupo	< 1%		

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR CARRERA DE BIOLOGÌA

TUTORA DE TESIS: AC. SONNYA MENDOZA LOMBANA PHD.

FECHA	APELLIDOS Y NOMBRE	ACTIVIDAD	FIRMA DEL ESTUDIANTE	DOCENTE PROPONENTE
26-08-2025	Apolo Jaramillo Bruno José	Revisión de datos mes de agosto.		
25-09-2025	Apolo Jaramillo Bruno José	Revisión de datos mes septiembre.		
23-10-2025	Apolo Jaramillo Bruno José	Revisión de datos mes octubre		
26-10-2025	Apolo Jaramillo Bruno José	Revisión de datos generales, resumidos		
30-10-2025	Apolo Jaramillo Bruno José	Revisión, corrección resultados, estadística, discusión, recomendación, conclusión I.		
3-11-2025	Apolo Jaramillo Bruno José	Revisión, corrección resultados, estadística, discusión, recomendación, conclusión II.		

Ac. Sonnya Mendoza Lombana PhD

Apolo Jaramillo Bruno José