



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

**“ANÁLISIS DE LOS CONTAMINANTES QUÍMICOS UTILIZADOS EN
EL PROCESO DE DESINFECCIÓN DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN Y
EN LA DESCAPSULACIÓN DE ARTEMIA EN LA EMPRESA
LARDEMA”**

Autor:

Ureta de la Cruz Antoni Vicente

Tutor de Titulación:

Dr. Santos Alcibiades Alava Macias

Manta - Manabí – Ecuador

2026-1

**UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ
FACULTAD DE INGENIERIA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN**

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“ANÁLISIS DE LOS CONTAMINANTES QUÍMICOS
UTILIZADOS EN EL PROCESO DE DESINFECCIÓN DEL ÁREA DE
PRODUCCIÓN Y EN LA DESCAPSULACIÓN DE ARTEMIA EN LA
EMPRESA LARDEMA”**

Sometida a consideración del Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, como requisito para obtener el título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Aprobado por el Tribunal Examinador:

DECANO DE LA FACULTAD

DIRECTOR

JURADO EXAMINADOR

JURADO EXAMINADOR

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor de la Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura, Carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría del estudiante **Ureta de la Cruz Antoni Vicente**, legalmente matriculado en la carrera de Ingeniería Industrial, período académico 2026-1, cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es

"Análisis de contaminantes químicos utilizados en el proceso de desinfección del área de producción y en la descapsulación de artemia en la empresa LARDEMA".

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad de este, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Manta, 16 de julio del 2026.

Lo certifico,

SANTOS

ALCIBIADES ALAVA MACIAS
MACIAS

Firmado digitalmente
por SANTOS
ALCIBIADES ALAVA
Fecha: 2026.07.16 20:33:13

...Mg. Q. F. Santos Alcibiades Alava Macias

Docente Tutor(a)

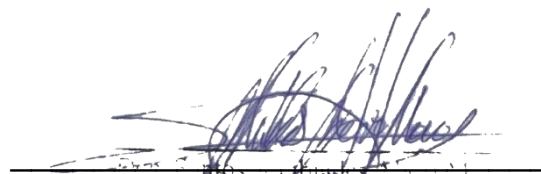
Área: Ingeniería Industria y Arquitectura

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DE TESIS

Ureta de la Cruz Antoni Vicente, estudiante de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Facultad de Ingeniería Industria y Arquitectura, Carrera de Ingeniería Industrial, libre y voluntariamente declaro que la responsabilidad del contenido del presente trabajo titulado **“Análisis de contaminantes químicos utilizados en el proceso de desinfección del área de producción y en la descapsulación de artemia en la empresa LARDEMA”** Es una elaboración personal realizada únicamente con la dirección del tutor, Ing. Barberán Cevallos Patricio y la propiedad intelectual de la misma pertenece a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.



Ureta de la Cruz Antoni Vicente
C.I: 1314921667



Doc. Santos Alcibiades Alava Macias
C.I. 1304284050

DEDICATORIA

Dedico este trabajo, ante todo, a Dios, por ser mi guía y mi fortaleza en cada momento, por darme la vida, la salud y la sabiduría para culminar con éxito esta etapa tan importante de mi formación profesional.

A mi Madre, el pilar más grande de mi vida, por su amor incondicional, su paciencia y su apoyo constante en cada desvelo, cada esfuerzo y cada sacrificio que hicimos juntos para llegar hasta aquí. Gracias por creer en mí incluso en los momentos en que yo mismo dudaba, y por celebrar cada pequeño avance como si fuera el más grande de los triunfos.

A mi padre, gracias por el apoyo económico y emocional, por creer en mí, que podía llegar a la meta; por su paciencia y sabiduría que me guio por el camino del bien y de ganarme todo con esfuerzo y dedicación.

Al Ing. Ignacio Andrade, Gerente General de LARDEMA S.A., por brindarme la oportunidad de estudiar y trabajar a la vez, confiando en mi capacidad y compromiso para cumplir ambas responsabilidades.

A esa persona especial que me acompañó con su apoyo emocional y material, dándome fuerzas para no rendirme hasta alcanzar esta meta.

Este logro lleva tanto su nombre como el mío, con todo cariño y gratitud

Ureta de la Cruz Antoni Vicente

Contenido

Resumen Ejecutivo	1
Executive Summary	3
INTRODUCCIÓN	5
ANTECEDENTES.....	8
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	12
OBJETIVO GENERAL	14
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
JUSTIFICACIÓN	15
Capítulo 1.....	17
Fundamentación Teórica.....	17
1.1 Antecedentes Investigativos	17
1.2 Bases Teóricas.....	19
1.3 Marco Conceptual	22
1.4 Marco Legal y Ambiental.....	26
1.5 Hipótesis y Variables	28
1.5.1 Hipótesis	28
1.5.2 1.5.2 Identificación de las Variables.....	29
1.5.3 Operacionalización de las Variables	29
1.5.3.1 Operacionalización de la Variable Independiente	29
1.5.3.2 Operacionalización de la Variable Dependiente	30
1.6 Marco Metodológico	31
1.6.1 Modalidad Básica de la Investigación.....	31
1.6.2 Enfoque	32

1.6.3 Nivel de Investigación.....	32
1.6.4 Población de Estudio.....	33
1.6.5 Tamaño de la Muestra.....	33
1.6.6 Técnicas de Recolección de Datos.....	35
1.6.7 Plan de Recolección de Datos.....	36
1.6.8 Procesamiento de la Información.....	38
CAPÍTULO II: DIAGNÓSTICO O ESTUDIO DE CAMPO	40
2.1 Descripción del Área de Estudio.....	40
2.1.1 Misión de la empresa	43
2.1.2 Visión de la empresa	43
2.1.3 Ubicación	43
2.1.4 Identificación de químicos	45
2.1.5 Trazabilidad de químicos	46
2.1.6 Características de la Artemia salina	47
2.1.7 Clasificación toxicológica.....	48
2.2 Análisis Diagnóstico	49
2.3 Diagnóstico Situacional	51
2.4 Interpretación de Resultados	53
2.5 Cuantificación de contaminantes químicos derivados del proceso de desinfección.....	55
2.5.1 Cuantificación de residuos químicos después del proceso de desinfección en muestras de agua salada.....	56
2.5.2 Cuantificación de residuos químicos después del proceso de descasulacion en muestras de artemia salina	57
CAPÍTULO III: PROPUESTA DE MEJORA	60
3.1 Propuesta.....	60
3.2 Introducción de la propuesta	60

3.3	Justificación de la propuesta	61
3.4	Objetivo de la propuesta	64
3.5	Objetivos específicos	64
3.6	Diagnóstico de la propuesta	64
3.7	Diseño de la propuesta	65
3.7.1	Programa 1. Estandarización de la preparación de productos químicos	68
3.7.2	3.7.2 Programa 2. Procedimiento Operativo Estandarizado (POE).....	68
3.7.3	Programa 3. Programa de monitoreo	68
3.7.4	Programa 4. Capacitación	69
3.7.5	Programa 5. Sistema de control	69
3.8	Cronograma.....	69
3.9	Indicadores	70
3.10	Metodología de implementación mediante el ciclo PHVA.....	71
3.11	Costo de Inversión	73
CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		77
4.1	Conclusiones	77
4.2	Recomendaciones.....	78
Bibliografía		81
Anexos		87

Índice de Tablas

Tabla 1 Particularidades de las Operacionalización de la Variable Independiente.....	29
Tabla 2 Particularidades de las Operacionalización de la Variable Dependiente	30
Tabla 3 Trazabilidad de los químicos.....	46
Tabla 4 Clasificación toxicológica	48
Tabla 5 Cuantificación de residuos químicos después del proceso de desinfección en muestras de agua salada	56
Tabla 6 Cuantificación de residuos químicos después del proceso de descasulacion en muestras de artemia salina.....	57
Tabla 7 Valor energético.....	59
Tabla 8 Diagnóstico de la propuesta	64
Tabla 9 Programa de monitoreo	68
Tabla 10 Cronograma.....	69
Tabla 11 Indicadores	70
Tabla 12 Metodología de implementación mediante el ciclo PHVA.....	71
Tabla 13 Costo estimado de implementación del protocolo de desinfección sostenible en sistemas acuícolas	74

Índice de Figuras

Figura 1 Ubicación de la empresa.....	43
Figura 2 Composición proximal de artemia salina	59

Resumen Ejecutivo

La calidad del sistema productivo que ya se había comprometido al generarse acumulación de residuos químicos, y la fragilidad de un entorno que antes parecía controlado, constituía lo que un manejo inadecuado en etapas sensibles como la descapsulación de Artemia y la desinfección de áreas de producción lograba provocar, es decir, un aspecto crítico que el uso de agentes químicos en las prácticas de limpieza y desinfección constituía entre los desafíos cada vez más complejos relacionados con la bioseguridad y el impacto ambiental de los procesos productivos que la acuicultura contemporánea enfrentaba.

Los instrumentos de diagnóstico técnico y perceptual que ya se habían aplicado, la literatura científica especializada que se revisó y la normativa internacional que se consultó, y la densidad de un marco teórico que exigía precisión, constituían lo que un enfoque descriptivo-propositivo sustentado lograba al adoptarse, es decir, el propósito con el que la presente investigación se había orientado en este contexto, analizar la presencia, el nivel de concentración y el impacto de los contaminantes químicos derivados del uso de desinfectantes en los procesos de descapsulación de Artemia y en el área de producción de la empresa LARDEMA S.A.

La mayor compatibilidad con los principios de sostenibilidad y seguridad sanitaria que ya se había sugerido, y la dificultad de justificar el uso continuado de agentes tradicionales, constituía lo que rangos aceptables dentro de los cuales se movían los niveles de concentración lograban indicar, es decir, el ácido peracético y el peróxido de hidrógeno que en contraste los desinfectantes sostenibles mostraban, mientras que un riesgo potencial para la calidad del agua, la bioseguridad y el ambiente laboral representaban las concentraciones superiores a los límites recomendados en determinadas áreas del proceso

productivo que los compuestos clorados y algunos desinfectantes tradicionales presentaban, resultados que los obtenidos evidenciaban.

Las áreas críticas de mejora en los protocolos de desinfección que ya se habían identificado al coincidir los resultados técnicos con la percepción del personal, y la urgencia de intervenir en un sistema que parecía funcionar, constituían lo que el análisis revelaba al materializarse, es decir, las limitaciones que persistían en la estandarización de los procedimientos, el control de los procesos y la capacitación técnica a pesar de que si bien existía conciencia sobre la importancia de la bioseguridad, percepción del personal operativo que asimismo se analizaba.

La salud de los sistemas de cultivo y el ambiente con los que prácticas productivas más responsables se desarrollaban, y la complejidad de un equilibrio entre productividad y sostenibilidad, constituían lo que el fortalecimiento de la bioseguridad acuícola que la investigación aportaba en conjunto lograba alimentar, es decir, la evidencia técnica y metodológica que se formulaba a partir de estos hallazgos mediante una propuesta de mejora orientada a optimizar los procesos de desinfección, fortalecer el control de contaminantes químicos y promover el uso de agentes desinfectantes más seguros y sostenibles.

Palabras clave: bioseguridad acuícola; desinfección sostenible; Artemia; contaminantes químicos; acuicultura.

Executive Summary

The stability of aquatic systems that had already been compromised as chemical residues accumulated, and this aggravated the fragility of an environment that had previously seemed controlled, constituted what inadequate management at critical control points was able to provoke, that is, the disinfection practices applied during *Artemia* decapsulation and in production areas which represented, a particular aspect that stood out among the growing challenges related to biosecurity and the environmental impact of chemical agents used in production processes that modern aquaculture faces.

The technical and perceptual diagnostic tools that had already been applied, the scientific literature that was reviewed, and the international regulations that were consulted, and this aggravated the density of a theoretical framework that demanded precision, constituted what a supported descriptive–propositional approach was able to achieve when adopted, that is, the analysis of the presence, concentration levels, and impact of chemical contaminants derived from disinfectant use in *Artemia* decapsulation processes and in the production area of LARDEMA S.A. that this study aimed to conduct.

The greater compatibility with sustainability and sanitary safety principles that had already been indicated, and this aggravated the difficulty of justifying the continued use of traditional agents, constituted what acceptable ranges within which concentrations moved were able to suggest, that is, peracetic acid and hydrogen peroxide that sustainable disinfectants exhibited in contrast, while potential risks to water quality, biosecurity, and the working environment were posed by chlorinated compounds and certain traditional disinfectants that exceeded recommended concentration limits in specific operational areas, findings that the results revealed.

The key areas requiring improvement in disinfection protocols that had already been identified as technical measurements converged with personnel perceptions, and this aggravated the urgency of intervening in a system that seemed to function, constituted what the analysis of staff perceptions was able to reveal, that is, the limitations that persisted in procedural standardization,

process control, and technical training despite the fact that workers recognized the importance of biosecurity, a recognition that was additionally shown.

The adoption of more environmentally responsible production practices and the enhancement of aquaculture biosecurity that were already supported by technical evidence, and this aggravated the complexity of a balance between productivity and sustainability, constituted what the research provided overall, that is, a technical improvement proposal that was developed based on these results to optimize disinfection procedures, strengthen chemical contaminant control, and promote the use of safer and more sustainable disinfectant agents.

Keywords: aquaculture biosecurity; sustainable disinfection; Artemia; chemical contaminants; aquaculture.

INTRODUCCIÓN

El adecuado desarrollo de los organismos desde sus primeras etapas de vida que ya se había logrado garantizar al prevenirse la presencia de agentes patógenos, y la complejidad de un sistema que exigía condiciones de bioseguridad indispensables, constituía lo que la calidad de las larvas determinaba como factor para el éxito del cultivo en este contexto, es decir, la significativa participación en la producción y exportación de camarón que constituía uno de los sectores productivos de mayor importancia para la economía ecuatoriana y que la industria acuícola representaba.

Las posibles alteraciones en el proceso productivo que ya se habían producido al generarse riesgos para el personal, afectarse la calidad del agua y comprometerse la eficacia de la desinfección, y la fragilidad de un sistema que antes parecía controlado, constituían lo que un manejo inadecuado provocaba cuando la aplicación de diferentes productos químicos no se realizaba bajo concentraciones y procedimientos previamente establecidos, es decir, aquello que los procesos de limpieza y desinfección que dentro de los laboratorios de producción larvaria se desarrollaban lograban evitar al reducir la carga microbiológica presente en las instalaciones, equipos y materiales utilizados durante la producción y descapsulación de Artemia.

El control operativo de dichos procesos que ya se había propuesto fortalecer mediante estrategias que se diseñaban, y la expectativa de resultados inmediatos, constituía lo que el comportamiento de los contaminantes químicos evaluado mediante análisis de laboratorio permitía visibilizar, es decir, el propósito con el que la presente investigación se desarrolló en la empresa LARDEMA S.A., ubicada en la ciudad de Manta, provincia de Manabí, al analizarse los contaminantes químicos utilizados durante los procesos de desinfección del área de producción y descapsulación de Artemia.

La interpretación técnica del proceso que una vez emitidos por el laboratorio responsable se fortalecería, y la dependencia de un tercero para validar los hallazgos, constituía lo que los resultados de la evaluación de la composición proximal de la Artemia permitirían al incorporarse como complemento del sistema de monitoreo de calidad, es decir, aquello que asimismo se realizaba cuando el análisis de parámetros físico-químicos del agua utilizada después del proceso se efectuaba para verificar la presencia de residuos químicos y evaluar las condiciones del proceso de limpieza, actividades que como parte del estudio se caracterizaban junto con los productos químicos empleados en las actividades de desinfección.

La mejora continua dentro de la empresa que ya se había promovido al optimizarse el control del proceso y fortalecerse la trazabilidad de las actividades, y la burocratización de un sistema que antes operaba con mayor flexibilidad, constituía lo que un Plan Integral de Gestión y Monitoreo de Productos Químicos diseñado en respuesta a estos hallazgos lograba al sustentarse en la metodología PHVA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar), es decir, las oportunidades de mejora que con base en la información obtenida durante la investigación se habían identificado relacionadas con la estandarización de los procedimientos de desinfección, el control de las concentraciones de los productos químicos, la implementación de registros operativos y el establecimiento de un programa permanente de monitoreo.

La gestión y el monitoreo de los productos químicos utilizados en los procesos de desinfección del área de producción y descapsulación de Artemia en LARDEMA S.A. que ya se habían propuesto fortalecer, y la fragmentación de un documento que antes parecía unitario, constituían lo que la propuesta de mejora que finalmente el quinto capítulo expone lograba visibilizar, es decir, el análisis e interpretación de los resultados obtenidos que el cuarto presentaba, la metodología aplicada durante el estudio que el tercer capítulo describía,

los antecedentes científicos relacionados con los procesos de desinfección, los productos químicos utilizados y la producción de Artemia que el segundo desarrollaba, y el planteamiento del problema, los objetivos y la justificación de la investigación que el primero abordaba, estructura en cinco capítulos en la que la presente tesis se organizaba

ANTECEDENTES

La inocuidad de los productos destinados al consumo humano que ya se había logrado garantizar junto con la sanidad de los organismos acuáticos, y la complejidad de un sistema que exigía controles cada vez más rigurosos, constituía lo que un eje fundamental que en este contexto se consolidaba permitía visibilizar, es decir, la bioseguridad que se erigía como pilar indispensable al incrementarse la exposición a riesgos sanitarios asociados a la intensificación de los sistemas de cultivo y al uso recurrente de agentes químicos en los procesos de desinfección, incremento que se daba a pesar de que la incorporación de nuevas tecnologías y prácticas productivas que este desarrollo había favorecido parecía ofrecer soluciones, crecimiento significativo que en las últimas décadas la acuicultura había experimentado impulsado por el aumento de la demanda mundial de productos marinos y por la necesidad de diversificar las fuentes de proteína de origen animal, dinámica que WOAHA (2024) documentaba.

Los parámetros técnicos adecuados bajo los cuales se debía realizar la aplicación para que el ácido peracético se mantuviera como desinfectante eficaz y ambientalmente compatible, y la rigidez de un protocolo que antes permitía cierta flexibilidad, constituían lo que se identificaba asimismo, mientras que el equilibrio microbiológico del sistema que dosis excesivas alteraban y la oxigenación del agua que se mejoraba junto con el control bacteriano que se lograba constituían lo que el uso del peróxido de hidrógeno en sistemas de recirculación podía contribuir alcanzar, aunque estudios experimentales de manera complementaria habían demostrado, es decir, variables físico-químicas como el pH, la temperatura y la carga orgánica del sistema que se debían controlar además del agente químico empleado, eficacia de la desinfección que la FAO por ejemplo señalaba que no dependía únicamente de aquel agente, importancia que diversos organismos internacionales habían enfatizado de implementar procedimientos estandarizados de limpieza, desinfección

y verificación en todas las etapas del proceso productivo, marco que Pedersen y Pedersen (2012), Liu et al. (2016) y Pedersen y Lazado (2020) sustentaban.

La seguridad de los agentes utilizados en estos procesos que ya se había vuelto necesario evaluar cuidadosamente, y la desconfianza hacia compuestos antes considerados seguros, constituía lo que investigaciones previas habían evidenciado al poner de relieve, es decir, las alteraciones fisiológicas y los efectos subletales que exposiciones prolongadas a compuestos clorados generaban en los organismos, viabilidad de los nauplios que se afectaba y calidad como alimento vivo que se comprometía cuando una aplicación inadecuada de los agentes químicos ocurría en etapas críticas desde el punto de vista sanitario que los procesos de descapsulación y eclosión representaban, lugar central que no obstante la *Artemia* ocupaba en el ámbito específico del alimento vivo debido a su valor nutricional y a su papel en el desarrollo temprano de las especies cultivadas, dinámica que Gómez-Gil et al. (1994) y Rahman y Sorgeloos (2022) documentaban.

La sostenibilidad ambiental, la seguridad biológica y la eficacia química que ya se habían vuelto necesarias de equilibrar mediante una visión integral, y la complejidad de un campo antes reducido a la simple eliminación de patógenos, constituían lo que la necesidad de adoptar evidenciaba al confirmarse que la supervivencia de los organismos y la calidad del alimento vivo se comprometían, exposición que investigaciones toxicológicas realizadas en *Artemia* habían verificado al igual que la alteración de comunidades beneficiosas que cumplen funciones esenciales en los sistemas de recirculación que dosis elevadas de agentes oxidantes como el ácido peracético generaban al provocar respuestas heterogéneas en las biopelículas microbianas, análisis que los estudios más recientes habían ampliado al considerar el impacto de los desinfectantes sobre los sistemas biológicos asociados a los procesos productivos, marco que Qi et al. (2025), De Marco et al. (2022) y Rahnema et al. (2018) consolidaban.

Los lineamientos internacionales en los que se consideraban condiciones ambientales y productivas que ahora diferían de aquellas presentes en escenarios locales, y la irrelevancia de estándares antes tomados como absolutos, constituían lo que la evidencia se volvía particularmente necesaria de alcanzar, es decir, la optimización de los procesos de desinfección y descapsulación de Artemia que investigaciones orientadas a desarrollar debían abordar, incertidumbre operativa y riesgo sanitario que la ausencia de estudios aplicados en sistemas tropicales generaba al dificultar la definición de parámetros óptimos de dosificación y neutralización de los agentes desinfectantes, adaptación técnica y validación experimental que la aplicación en contextos productivos específicos requería a pesar de que guías técnicas emitidas por organismos internacionales existían, limitaciones que numerosos establecimientos acuícolas a nivel local presentaban en la implementación de protocolos estandarizados que integraran la eficacia sanitaria con la inocuidad biológica y ambiental.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la empresa LARDEMA S.A., los procesos de producción y descapsulación de Artemia requieren actividades periódicas de limpieza y desinfección mediante el uso de diferentes productos químicos. Entre los productos identificados se encuentran el cloro, “Sello rojo”, ácido nítrico, ácido peracético y vitamina C, los cuales cumplen diferentes funciones dentro de las actividades de preparación, desinfección, descapsulación y neutralización. La propia trazabilidad planteada en la investigación contempla etapas de recepción, almacenamiento, preparación, aplicación, descapsulación y neutralización, junto con los respectivos registros de control.

El uso de estos productos requiere un control adecuado de las concentraciones, tiempos de contacto, aplicación, enjuague y neutralización, debido a que una dosificación inadecuada o una neutralización incompleta puede generar riesgos para el proceso productivo y para la calidad del agua.

Adicionalmente, resulta necesario considerar el conocimiento y las prácticas del personal encargado de estas actividades, debido a que el manejo adecuado de los productos químicos depende tanto de los procedimientos establecidos como de su correcta aplicación por parte de los trabajadores.

Por esta razón, la presente investigación se orienta a analizar los productos químicos utilizados en los procesos de desinfección del área de producción y descapsulación de Artemia en LARDEMA S.A., evaluar las condiciones posteriores al proceso mediante el análisis del agua y de la muestra de Artemia, y utilizar la información obtenida del personal como complemento del diagnóstico, con la finalidad de establecer acciones de mejora para fortalecer el control del proceso.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

A partir de los antecedentes expuestos, surge la pregunta central que guía esta investigación:

¿Cómo fortalecer el control de los productos químicos utilizados en los procesos de desinfección del área de producción y descapsulación de Artemia en la empresa LARDEMA S.A., considerando las condiciones posteriores al proceso y las prácticas del personal involucrado?

Preguntas específicas

De esta pregunta principal derivan interrogantes específicas que orientan el análisis técnico y documental del estudio:

1. ¿Qué productos químicos son utilizados en los procesos de desinfección del área de producción y descapsulación de Artemia en LARDEMA S.A.?
2. ¿Qué condiciones presentan el agua posterior al proceso de desinfección y la muestra de Artemia analizada?
3. ¿Qué aspectos relacionados con el conocimiento y las prácticas del personal deben fortalecerse para mejorar el control de los procesos de desinfección?
4. ¿Qué acciones de mejora pueden implementarse para fortalecer la estandarización, monitoreo y control de los productos químicos utilizados?

OBJETIVO GENERAL

Analizar los contaminantes químicos asociados al uso de productos desinfectantes en los procesos de producción y descapsulación de Artemia en la empresa LARDEMA S.A., mediante la identificación de los productos utilizados, la evaluación de parámetros físico-químicos del agua y el análisis de la composición de una muestra de Artemia, complementados con la percepción del personal, con la finalidad de establecer acciones de mejora para el control del proceso.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los productos químicos utilizados durante los procesos de desinfección en las áreas de producción y descapsulación de Artemia de la empresa LARDEMA S.A.
- Evaluar los parámetros físico-químicos del agua posterior al proceso de desinfección y la composición proximal de la muestra de Artemia analizada, como elementos de referencia para el control de las condiciones del proceso.
- Analizar las prácticas y percepciones del personal relacionadas con el manejo de productos químicos, la limpieza, la desinfección y las medidas de bioseguridad, mediante la aplicación de una encuesta.
- Diseñar una propuesta de mejora orientada a fortalecer la estandarización, monitoreo, capacitación, registro y control de los productos químicos utilizados en los procesos de desinfección de LARDEMA S.A.

JUSTIFICACIÓN

La generación de residuos nocivos que ya se había producido al no neutralizarse adecuadamente los desinfectantes, y la vulnerabilidad de un sistema que operaba a ciegas, constituía lo que las condiciones locales como temperatura, salinidad y carga orgánica lograban provocar al modificar la eficacia de aquellos compuestos, es decir, un punto crítico de control que en los sistemas de producción de larvas incidía directamente en la calidad del cultivo y que el proceso de descapsulación de *Artemia*, alimento vivo fundamental, representaba, mientras que la prevención de enfermedades y el control de riesgos químicos que protocolos documentados aseguraban constituían lo que la gestión sanitaria eficaz en la acuicultura debía sustentar según WOA (2024), validación técnica que aún no se alcanzaba donde los procedimientos de desinfección de manera empírica se aplicaban en los criaderos acuícolas ecuatorianos, necesidad de mejorar la bioseguridad y la sostenibilidad que la presente investigación se justificaba por alcanzar, marco que OIE/WOA (2009) también sustentaba.

La morfología y la supervivencia que ya se habían visto afectadas por efectos subletales en *Artemia*, y la desconfianza hacia protocolos que antes se consideraban estándar, constituían lo que la falta de neutralización en procesos de descapsulación o desinfección con cloro generaba según evidenciaban Gómez-Gil et al. (1994), De Marco et al. (2022) y Rahnama et al. (2018), es decir, un estrés fisiológico que en los organismos se producía o una microbiota del biofiltro que se alteraba cuando exposiciones excesivas ocurrían, demostración que Qi et al. (2025) realizaba al constatar que el uso controlado de agentes oxidantes como el H_2O_2 y el PAA permitía mantener la eficacia antimicrobiana y reducir el impacto ambiental siempre que las dosis a las condiciones específicas del sistema se ajustaran según Pedersen y Pedersen (2012) y Liu et al. (2016) proponían, solución

técnica adaptada a la realidad tropical que el estudio adquiriría relevancia al proponer fundamentada en investigaciones comprobadas.

Las exigencias de los mercados internacionales frente a las cuales ya se debía mejorar la competitividad del sector, y la presión sobre unos hatcheries que operaban con rezago técnico, constituían lo que el estudio contribuiría a enfrentar al permitirse reducir pérdidas económicas, garantizar la inocuidad de los productos y fortalecer la capacidad técnica de los hatcheries ecuatorianos, es decir, métodos seguros, eficientes y ambientalmente amigables que la FAO (2007) y la WOA (2024) recomendaban adoptar al promover los compromisos internacionales de sostenibilidad y manejo responsable de químicos en la acuicultura a los que la investigación también respondía.

El desarrollo de una acuicultura moderna, responsable y resiliente que ya se había proyectado como meta sectorial, y la necesidad de dejar de depender de estándares importados sin validación local, constituía lo que protocolos validados, reproducibles y compatibles con los estándares globales contribuirían a alcanzar al generarse, es decir, un modelo de bioseguridad acuícola sostenible en el que la ciencia, la normativa y la práctica se integraban y que como referente para futuros proyectos de manejo sanitario en el país y en la región latinoamericana serviría, integración que en síntesis este trabajo buscaba y cuyo aporte radicaba.

Capítulo 1 Fundamentación

Teórica

1.1 Antecedentes Investigativos

La evidencia científica validada en la que ya se había insistido como base obligatoria, y la distancia entre la normativa y su aplicación práctica, constituía lo que el Aquatic Animal Health Code enfatizaba al definir los estándares mínimos para la bioseguridad en establecimientos acuícolas, es decir, lineamientos que se consolidaban en la primera línea de defensa contra la diseminación de agentes patógenos en ambientes de producción intensiva que la correcta limpieza y desinfección de equipos, tanques y estanques constituía, medidas preventivas que según la misma organización debían ser integrales al combinarse la desinfección química y física con el manejo adecuado de residuos y el control de vectores, prioridad que para organismos internacionales como la World Organisation for Animal Health (WOAH, 2024) el desarrollo de protocolos de bioseguridad y desinfección en hatcheries acuícolas ha sido.

La reutilización frecuente del agua en hatcheries que ya se había vuelto una condición operativa, y la necesidad de alternativas que no dejaran rastro tóxico, constituía el escenario en el que la baja toxicidad residual y la rápida descomposición en agua que el ácido peracético (PAA) presentaba resultaba clave, es decir, una alternativa ambientalmente más sostenible frente al cloro que Liu et al. (2016) y Pedersen y Lazado (2020) confirmaban, mientras que el equilibrio biológico del sistema que no se afectaba y la presencia de bacterias patógenas que se reducía junto con la oxigenación del agua que se favorecía constituían lo que una aplicación correctamente dosificada del peróxido de hidrógeno (H_2O_2) lograba,

efectividad que Pedersen y Pedersen (2012) demostraron en sistemas de recirculación acuícola y que uno de los antecedentes más significativos en el ámbito técnico representaba.

El desarrollo de los nauplios que ya se veía afectado o la mortalidad larval que se causaba, y la desconfianza hacia prácticas empíricas, constituía lo que el uso empírico de productos podía provocar según advertía la FAO (2007) en su Manual de Mejoramiento de Prácticas de Hatchery de *Penaeus monodon*, es decir, la importancia de aplicar desinfectantes de manera dosificada y con enjuagues adecuados que en paralelo se documentaba, mientras que la eficiencia nitrificante del sistema que se veía afectada al alterarse temporalmente las comunidades microbianas del biofiltro constituía lo que dosis elevadas de ácido peracético podían generar según observaban Qi et al. (2025) en investigaciones más recientes, reversibilidad que tales efectos presentaban si se empleaban concentraciones controladas y periodos de descanso adecuados, conclusiones que refuerzan la necesidad de diseñar protocolos específicos según las condiciones físico-químicas de cada hatchery.

La viabilidad biológica que ya se había vuelto inseparable de la eficiencia antimicrobiana, y la dificultad de encontrar un equilibrio operativo, constituía lo que Rahman y Sorgeloos (2022) proponían al estandarizar los procesos de descapsulación y neutralización, es decir, un equilibrio que en la desinfección de *Artemia* y otros organismos de alimento vivo se buscaba y que los trabajos de Gómez-Gil et al. (1994) y Rahman y Sorgeloos (2022) referentes habían sido, mientras que el valor como bioindicador de toxicidad ambiental que se comprometía y la supervivencia que se veía afectada constituían lo que efectos subletales en *Artemia* producían cuando sustancias químicas de uso agrícola o desinfectantes mal aplicados se empleaban, destacación que De Marco et al. (2022) y Rahnema et al. (2018) realizaban al igual que el daño estructural en los nauplios que Gómez-Gil y sus colegas demostraba que la exposición a hipoclorito de sodio sin control generaba.

La compatibilidad con los ecosistemas acuáticos que ya se había vuelto un criterio indispensable, y la obsolescencia de los agentes clorados, constituía lo que estudios de eficacia e inocuidad respaldaban al sostener una evolución hacia oxidantes más sostenibles, es decir, la sustitución que estos antecedentes en conjunto demostraban, prácticas seguras y sostenibles hacia las cuales se orientaba el Manual FAO sobre Artemia que integraba los avances técnicos en descapsulación, desinfección y almacenamiento, base científica actualizada sobre la producción y uso de Artemia en acuicultura que los aportes de Van Stappen, Sorgeloos y Rombaut (2024) consolidaban en este contexto.

La validación científica local que ya se había vuelto una urgencia, y la precariedad de un sector que operaba con estándares importados, constituía lo que la estandarización de los protocolos de desinfección que seguía siendo incipiente en la realidad productiva ecuatoriana exigía, es decir, la necesidad de adaptar dichos avances a ese contexto particular en la que esta investigación se enmarcaba.

1.2 Bases Teóricas

La calidad de los organismos cultivados que ya se había visto comprometida al afectarse su supervivencia y crecimiento, y la vulnerabilidad de un sistema que creía controlado, constituía lo que agentes patógenos cuya prevención y control requerían atención lograban provocar, es decir, el papel que en las instalaciones acuícolas la desinfección desempeñaba al constituir uno de los pilares fundamentales de los programas de bioseguridad, condiciones sanitarias adecuadas que en todas las etapas del ciclo productivo se garantizaban desde la preparación de las instalaciones hasta las fases finales de cultivo cuando la correcta aplicación de los procedimientos de limpieza y desinfección reducía la propagación de enfermedades, marco que WOA (2024) sustentaba.

El ambiente acuícola sobre el que ya se habían producido impactos negativos que debían prevenirse, y la complejidad de un equilibrio que antes parecía simple, constituía lo que la combinación adecuada de limpieza mecánica y desinfección química lograba proteger al resultar esencial para minimizar los riesgos sanitarios, es decir, la eficacia que no dependía únicamente del agente químico utilizado sino también de la integración de diversas variables físico-químicas y operativas como la eliminación previa de materia orgánica, el control del pH, la temperatura y la concentración del desinfectante, directrices internacionales de acuerdo con las cuales se operaba y que en este sentido la FAO (2007) destacaba.

La búsqueda de alternativas más seguras y sostenibles que ya se había motivado, y la desconfianza hacia protocolos que durante décadas se consideraron estándar, constituía lo que la toxicidad y persistencia en el medio de los métodos basados en compuestos clorados provocaba al mostrar sus limitaciones, es decir, los procesos de enjuague y neutralización química que tradicionalmente seguían al uso de compuestos oxidantes como el hipoclorito de sodio y el peróxido de hidrógeno, práctica sistemática que antes de cada ciclo productivo en los hatcheries de camarón y otros sistemas de producción acuícola se realizaba al desinfectarse tanques, equipos y sistemas de suministro de agua, dinámica que Liu et al. (2016) y Liu et al. (2024) documentaban.

Los principios de sostenibilidad ambiental con los que ya se había revelado compatible una alternativa, y la urgencia de abandonar métodos que dejaban rastro tóxico, constituían lo que la ausencia de residuos persistentes que este agente generaba al eliminar bacterias, virus y esporas lograba consolidar, es decir, una opción prometedora que en los sistemas de recirculación acuícola el ácido peracético emergía como al degradarse rápidamente en subproductos menos nocivos gracias a su elevada eficacia antimicrobiana, mientras que rangos controlados dentro de los cuales su aplicación se debía realizar constituían la condición bajo la cual el peróxido de hidrógeno contribuía a mejorar la

oxigenación del agua y a optimizar las condiciones del sistema de manera complementaria, evidencia que Pedersen y Pedersen (2012) y Pedersen y Lazado (2020) sustentaban.

Las concentraciones utilizadas en los protocolos de desinfección que ya se habían vuelto necesarias de ajustar cuidadosamente, y la paradoja de un método que sanaba y dañaba simultáneamente, constituían lo que la necesidad de equilibrar eficacia y seguridad evidenciaba, es decir, las alteraciones temporales en las comunidades microbianas beneficiosas del biofiltro que dosis elevadas de estos agentes generaban al afectarse la estructura celular de los microorganismos patógenos y alterarse sus funciones metabólicas esenciales por procesos de oxidación en los que los mecanismos de acción del ácido peracético y del peróxido de hidrógeno se basaban, modificaciones en la estructura microbiana que los biofiltros sometidos a altas concentraciones de ácido peracético experimentaban aunque estas alteraciones tendieran a revertirse cuando las condiciones óptimas del sistema se restablecían, observación particular que Bögner et al. (2021) y Qi et al. (2025) documentaban.

La calidad del alimento vivo que ya no debía comprometerse y la viabilidad de los quistes que se debía preservar, y la tensión entre la eliminación de patógenos y la conservación del organismo, constituían lo que manuales técnicos que posteriormente se desarrollaron lograban garantizar al sistematizar los procedimientos de descapsulación, neutralización y eclosión controlada, es decir, los daños estructurales en los nauplios que la aplicación de soluciones de hipoclorito en los procesos de descapsulación provocaba cuando un control preciso de las concentraciones no se ejercía, objeto de numerosos estudios que en el ámbito de la larvicultura la desinfección de *Artemia* y de otros organismos utilizados como alimento vivo había sido debido a su importancia en la producción acuícola, investigaciones clásicas que Gómez-Gil et al. (1994), Rahman y Sorgeloos (2022) y Van Stappen et al. (2024) consolidaban.

Los efectos adversos en los organismos cultivados que ya se habían generado al interferir los contaminantes con la eficacia de los desinfectantes, y la complejidad de un problema que antes parecía lineal, constituían lo que la presencia de microplásticos y compuestos químicos persistentes como contaminantes emergentes alertaba, es decir, un desafío adicional para la bioseguridad en los sistemas acuícolas que la contaminación química y microbiológica del agua representaba por otra parte, adaptación a las características específicas de cada establecimiento productivo que los protocolos requerían al incluirse procesos de depuración física, filtración biológica y tratamiento químico del agua, enfoques integrales de saneamiento que organismos internacionales frente a esta problemática recomendaban adoptar, alerta que Fred-Ahmadu et al. (2024), Deswati et al. (2025), FAO (2020) y WOAHA (2024) documentaban.

La sostenibilidad ambiental que ya se debía equilibrar junto con la seguridad biológica y la eficacia sanitaria, y la dificultad de un trilema que antes se ignoraba, constituía lo que protocolos adaptados a las condiciones reales de los sistemas productivos lograban alcanzar al desarrollarse, es decir, la importancia que asimismo se evidenciaba, necesidad de aplicar desinfectantes sostenibles validados científicamente y compatibles con los principios de bioseguridad acuícola que las bases teóricas de la presente investigación en conjunto sustentaban.

1.3 Marco Conceptual

Los contextos de cultivo intensivo que ya exigían condiciones de producción optimizadas, riesgos sanitarios que se debían reducir y enfermedades que se procuraba prevenir, y la complejidad de un sistema que no admitía simplificaciones, constituían lo que estos conceptos articulaban en torno a un propósito común, es decir, la sanidad de los sistemas productivos y la sostenibilidad del sector acuícola

que garantizaban, elementos clave que se entendían como principios de bioseguridad acuícola, desinfección sostenible y gestión integral del agua en los que el marco conceptual de la presente investigación se sustentaba.

La protección del entorno acuático que ya se había vuelto inseparable de la inocuidad de los organismos cultivados, y la dificultad de priorizar una sobre otra, constituía lo que métodos físicos o sustancias químicas cuya aplicación se realizaba lograban asegurar, es decir, la eliminación controlada de microorganismos que la desinfección permitía y que en este sentido constituía uno de los componentes esenciales de la bioseguridad, conjunto integrado de medidas físicas, químicas y biológicas orientadas a evitar la introducción, propagación y persistencia de agentes patógenos en los sistemas de cultivo que desde la perspectiva de los organismos internacionales se concebía, marco que WOA (2024) sustentaba.

La búsqueda de alternativas más seguras y ambientalmente responsables que ya se había impulsado, y la desconfianza hacia unos compuestos que durante décadas se habían considerado irremplazables, constituía lo que el deterioro de la calidad del agua y la generación de subproductos tóxicos provocaba al evidenciarse como efectos secundarios relevantes del uso indiscriminado de estos productos, es decir, compuestos clorados cuyo amplio espectro antimicrobiano había fundamentado tradicionalmente los procesos de desinfección, evolución significativa que en las últimas décadas el concepto de desinfección acuícola había experimentado, marco que FAO (2007) documentaba.

La acumulación de residuos tóxicos que ya se había evitado al descomponerse el compuesto en ácido acético, oxígeno y agua, y la dificultad de justificar el uso continuado de agentes que dejaban rastro, constituía lo que una alternativa eficaz para la desinfección en sistemas acuícolas lograba al

materializarse, es decir, el ácido peracético que estudios recientes señalaban como constitutivo de esta vía, mientras que la oxigenación del agua y el control de patógenos oportunistas que el peróxido de hidrógeno contribuía a alcanzar bajo parámetros técnicos adecuados se evidenciaba de manera complementaria, ventajas sanitarias y ambientales que estos compuestos de nueva generación habían demostrado debido a su elevada eficacia antimicrobiana y a su rápida degradación en sustancias menos nocivas, agentes oxidantes que la literatura científica reciente promovía al emplearse en respuesta a limitaciones que Liu et al. (2024) y Pedersen y Lazado (2020) documentaban.

El alimento vivo y el agua que ya se incluían entre los medios de cultivo, y la amplitud de un campo que antes parecía circunscrito a las instalaciones, constituían lo que en los equipos y medios de cultivo también se aplicaban, es decir, procedimientos que en las instalaciones productivas como tanques, tuberías y sistemas de bombeo se desarrollaban al reducirse la carga orgánica, optimizarse la acción de los desinfectantes y minimizarse el impacto ambiental de los residuos químicos, enfoque integral que tres fases complementarias como la limpieza mecánica, la desinfección química y la neutralización estructuraban desde una perspectiva técnica en los sistemas acuícolas, marco que WOA (2009) y FAO (2024) sustentaban.

Las realidades productivas locales a las que ya se debían adaptar protocolos flexibles, y la dificultad de importar estándares sin validación previa, constituían lo que la necesidad de ajustar variables evidenciaba al manifestarse, es decir, condiciones físico-químicas del entorno acuático, tipo de superficie tratada y características del patógeno objetivo en función de las cuales la concentración del agente químico, el tiempo de exposición, la temperatura y la carga orgánica del

sistema se debían calibrar, múltiples variables de las que la eficacia de los procesos de desinfección dependía y que FAO (2024) señalaba.

La seguridad sanitaria del sistema productivo y la calidad del alimento vivo que ya se habían vuelto inseparables de la gestión de la bioseguridad, y la complejidad de un proceso que antes se reducía a la simple apertura del quiste, constituían lo que etapas críticas como la aplicación del agente químico, el enjuague y la neutralización determinaban al materializarse, es decir, la eliminación controlada de la capa externa del quiste mediante agentes oxidantes que mejoraba la eclosión y reducía el riesgo de transmisión de patógenos, prácticas esenciales en la producción moderna que en el ámbito de la larvicultura la descapsulación y desinfección de quistes de *Artemia* constituían, marco que Rahman y Sorgeloos (2022) y Van Stappen et al. (2024) consolidaban.

Los estándares globales de la acuicultura responsable a los que ya se debían alinear protocolos de desinfección efectivos y sostenibles, y la presión sobre un sector que operaba con márgenes reducidos, constituían lo que la búsqueda que orientaba el marco conceptual de la presente investigación perseguía, es decir, un enfoque integral de bioseguridad que organismos internacionales recomendaban al implementarse sistemas de monitoreo ambiental, adaptarse las dosis a las condiciones locales y usarse productos certificados, estrategias de control adecuadas que debían implementarse para evitar que la interacción entre microplásticos, contaminantes químicos y agentes oxidantes alterara los ecosistemas acuáticos, advertencia que investigaciones recientes habían formulado, influencia sobre el bienestar de los organismos cultivados e impacto ambiental que junto con la eficacia biocida de los agentes químicos se debían considerar al implicar el concepto de sostenibilidad en la desinfección acuícola, marco que Fred-Ahmadu et al. (2024), Deswati et al. (2025), FAO (2020) y WOA (2024) configuraban.

1.4 Marco Legal y Ambiental

La compatibilidad con los ecosistemas acuáticos que ya se exigía junto con la seguridad ocupacional y la eficacia biocida, y la complejidad de seleccionar productos que cumplieran todos los criterios, constituía lo que el Manual de Pruebas de Diagnóstico para Animales Acuáticos de la WOAHA (2009) detallaba al especificar los métodos recomendados para la desinfección de criaderos, es decir, el manejo responsable de desechos biológicos, los protocolos de limpieza y desinfección y los planes de bioseguridad que los establecimientos acuícolas debían implementar al verse obligados por regulaciones centradas en la prevención, control y erradicación de enfermedades acuáticas transmisibles, normas de cumplimiento obligatorio para los países miembros que el Aquatic Animal Health Code dispone y que la World Organisation for Animal Health (WOAH, 2024) a través de dicho código establece, directrices que garantizan la inocuidad, el bienestar animal y la sostenibilidad ambiental y que los marcos legales internacionales por los que se encuentra regulada la gestión sanitaria en acuicultura fijan.

Las convenciones internacionales sobre protección de hábitats marinos y continentales a las que ya se debía ajustar la obligación de neutralizar y eliminar los desechos químicos antes de su vertido, y la burocratización de un proceso productivo que antes operaba con mayor autonomía, constituían lo que la FAO además enfatizaba, es decir, la menor toxicidad para la biota acuática y las tasas de degradación más rápidas que el ácido peracético (PAA) y el peróxido de hidrógeno (H_2O_2) presentaban al constituir compuestos de menor impacto ambiental por los que la cloración debía sustituirse progresivamente, aunque eficaz, resalta que este documento donde se definen los lineamientos sobre el tratamiento de aguas residuales y el uso responsable de agentes químicos en la desinfección de sistemas de recirculación, manuales técnicos entre los que el Improving *Penaeus monodon* Hatchery Practices se encuentra y que la Organización de las Naciones Unidas

para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2007) ha desarrollado en el ámbito de la gestión ambiental, marco que Liu et al. (2016) y Pedersen y Lazado (2020) sustentan.

La responsabilidad ecológica que ya se debía equilibrar con la eficiencia productiva, y la tensión entre dos objetivos que parecían excluyentes, constituía lo que un marco ambiental esencial lograba al materializarse, es decir, la sostenibilidad del sistema productivo que se mejoraba y las cargas de nutrientes que se reducían cuando el tratamiento biológico y mixotrófico de aguas contaminadas con residuos de desinfectantes se aplicaba, demostración que Silva-Acosta et al. (2021) realizaban al describir los sistemas de fitodepuración y recirculación acuícola (RAS) cuya implementación estas normas promovían, biodiversidad y calidad del agua que las operaciones de limpieza no debían afectar al garantizarse y registros obligatorios de productos desinfectantes que se recomendaba establecer, principios de la WOA (2024) y la FAO (2020) con los que en la mayoría de los países latinoamericanos las regulaciones nacionales se alineaban, integridad de los ecosistemas y salud pública que proteger la necesidad de hacerlo sustentaba los marcos regulatorios sobre desinfección que desde la perspectiva normativa se estructuraban.

La conservación de los recursos hídricos que ya se promovía junto con el uso racional de productos químicos, y la dificultad de reconciliar la productividad con la restricción, constituía lo que los compromisos globales de sostenibilidad definidos por la FAO y la Agenda 2030 alcanzaban al materializarse, es decir, los riesgos de bioinvasión y contaminación cruzada que se minimizaban al garantizarse la eliminación de patógenos mediante descapsulación, desinfección y neutralización, protocolos que manuales técnicos como el de Rahman y Sorgeloos (2022) y el Manual on Artemia Production and Use de Van Stappen et al. (2024) establecían, regulación internacional que el tratamiento sanitario del alimento vivo, particularmente el Artemia, cuyo uso y manejo el componente legal también abarca finalmente, constituía objeto de.

Los estándares internacionales más recientes a los que ya se debía ajustar un modelo de acuicultura responsable, regulado, eficiente y respetuoso con el medio ambiente, y la presión sobre un sector que operaba con márgenes reducidos, constituían lo que el marco legal y ambiental que esta investigación sustenta lograba orientar, es decir, la consolidación que en suma se perseguía

1.5 Hipótesis y Variables

1.5.1 Hipótesis

El bienestar de los organismos cultivados que ya no se había visto comprometido y la calidad ambiental del agua que se preservaba, y la dificultad de justificar el cambio de protocolos, constituían lo que una aplicación de desinfectantes sostenibles basados en compuestos oxidantes como el ácido peracético (PAA) y el peróxido de hidrógeno (H_2O_2) lograba al materializarse, es decir, la reducción de la incidencia de agentes patógenos y la mejora significativa de la bioseguridad de los sistemas acuícolas que la hipótesis central de esta investigación sostenía.

La eficiencia sanitaria y ambiental de las unidades acuícolas que ya se había visto reforzada por la implementación de protocolos de desinfección sostenibles, y la complacencia de quienes creían que el problema estaba resuelto, constituía lo que en este sentido la hipótesis proponía al postular una relación positiva, es decir, la estabilidad sanitaria de los criaderos y la inocuidad del entorno que se mantenían cuando el cumplimiento de los protocolos de limpieza y desinfección establecidos en los manuales técnicos internacionales se alcanzaba, afirmación que FAO (2007) y WOA (2024) realizaban al igual que la desinfección eficaz y segura que el uso de oxidantes biodegradables producía al degradarse rápidamente en agua y oxígeno sin generar subproductos tóxicos, según Liu et al. (2016) y Pedersen y Lazado (2020) documentaban

1.5.2 1.5.2 Identificación de las Variables

- **Variable Independiente:**

Uso de desinfectantes sostenibles (ácido peracético y peróxido de hidrógeno) en instalaciones acuícolas.

- **Variable Dependiente:**

Nivel de bioseguridad y control de patógenos en sistemas de recirculación acuícola (RAS) y criaderos de Artemia.

La cuantificación de la eficacia que ya se había vuelto posible mediante indicadores microbiológicos y parámetros de calidad del agua, y la tentación de reducir la complejidad sanitaria a simples números, constituía lo que ambas variables que directamente se encontraban relacionadas permitían visibilizar, es decir, la eficiencia del proceso desinfectante que la concentración, el tiempo de exposición y la temperatura determinaban como factores críticos que Pedersen y Pedersen (2012) demostraron, mientras que el grado de efectividad sanitaria alcanzada tras su implementación que la variable dependiente medía y las estrategias y protocolos aplicados para eliminar agentes patógenos a los que la variable independiente se refería constituían la definición que según WOA (2009, 2024) se establecía.

1.5.3 Operacionalización de las Variables

1.5.3.1 Operacionalización de la Variable Independiente

Tabla 1

Particularidades de las Operacionalización de la Variable Independiente

Dimensión	Indicadores	Unidad de Medida	Fuente
Concentración del agente oxidante	Dosis de PAA o H ₂ O ₂ aplicada (ppm)	mg/L	Liu et al. (2016); Pedersen & Lazado (2020)
Frecuencia de aplicación	Número de tratamientos por ciclo	Veces por semana	FAO (2007)
Cumplimiento del protocolo	Grado de adherencia a normas WOA/FAO	Porcentaje (%)	WOAH (2024)

Nota. Elaboración Propia

La neutralización del agente residual que ya se había vuelto una etapa obligatoria junto con la desinfección química, el enjuague y la limpieza mecánica, y la rigidez de un protocolo que antes permitía cierta flexibilidad, constituía lo que los estándares internacionales exigían al sistematizarse, es decir, la aplicación de desinfectantes desde la cual la variable independiente se medía, definición que Liu et al. (2024) y FAO (2020) establecían al señalar que los protocolos debían incluir aquellas fases.

1.5.3.2 Operacionalización de la Variable Dependiente

Tabla 2

Particularidades de las Operacionalización de la Variable Dependiente

Dimensión	Indicadores	Unidad de Medida	Fuente
Reducción de carga microbiana	Disminución de unidades formadoras de colonias (UFC)	% de reducción	WOAH (2024); Pedersen & Pedersen (2012)
Calidad del agua post-desinfección	Nivel de oxígeno disuelto y pH	mg/L; escala	Bögner et al. (2021)
Sostenibilidad ambiental	Ausencia de residuos tóxicos post-tratamiento	ppm de residuales	Liu et al. (2024); FAO (2007)

Nota. Elaboración Propia

La estabilidad ecológica del sistema que ya se había alcanzado y la reducción de microorganismos que se observaba, y la dificultad de medir la eficacia con un solo criterio,

constituían lo que la evaluación de los desinfectantes sostenibles tomaba en cuenta, es decir, el ambiente que las prácticas de desinfección no afectaban negativamente al garantizarse mediante el monitoreo de la carga microbiana y los parámetros físico-químicos del agua, criterios a partir de los cuales WOAHA (2024) establecía la determinación de la variable dependiente.

1.6 Marco Metodológico

1.6.1 Modalidad Básica de la Investigación

La investigación presentó una modalidad documental y aplicada. Fue documental debido a la revisión de artículos científicos, documentos técnicos, manuales y fuentes especializadas relacionadas con la desinfección acuícola y el manejo de productos químicos. Fue aplicada porque la información recopilada se utilizó para analizar las condiciones existentes en LARDEMA S.A., interpretar los resultados obtenidos y diseñar una propuesta de mejora.

La optimización de la bioseguridad y la sostenibilidad ambiental en los sistemas de producción acuícola que ya se había proyectado como objetivo de los lineamientos prácticos a los que el componente aplicado se orientaba, y la confusión entre la teoría y su operativización, constituía lo que aquel componente aplicado perseguía al materializarse, mientras que la recopilación, interpretación y contrastación de información técnica relevante que se facilitaba constituía lo que la modalidad documental permitía, es decir, el estudio comparativo de protocolos existentes para su adaptación a las condiciones locales que la sistematización de los procedimientos de limpieza y desinfección en las instalaciones acuícolas requería según WOAHA (2024), revisión y análisis de fuentes científicas,

normativas y técnicas provenientes de organismos internacionales como la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la World Organisation for Animal Health (WOAH) en los que se sustentaba, modalidad documental

aplicada dentro de la cual la presente investigación se enmarcaba.

1.6.2 Enfoque

La investigación presentó un enfoque mixto, debido a que integró información cualitativa y cuantitativa. El componente cualitativo permitió analizar las prácticas de manejo, desinfección y bioseguridad, mientras que el componente cuantitativo permitió analizar los resultados obtenidos mediante la encuesta y los análisis de laboratorio realizados al agua y a la muestra de Artemia.

La eficacia que Pedersen y Lazado (2020) y Liu et al. (2024) validaron experimentalmente en el control de patógenos mediante el ácido peracético y el peróxido de hidrógeno, y la distancia entre la evidencia científica y su aplicación práctica, constituía lo que ciertos protocolos de aplicación basados en aquella evidencia lograban formular cuando el componente técnico facilitaba su elaboración, mientras que fortalezas y limitaciones en el uso de desinfectantes sostenibles que se identificaban constituían lo que un enfoque cualitativo permitía al operar, es decir, interacciones entre variables biológicas, químicas y operativas que más allá de la simple cuantificación de resultados se debían comprender para describir y evaluar los procesos sanitarios en hatcheries, requisito que FAO (2007) señalaba y que el análisis interpretativo de los métodos de desinfección utilizados en la acuicultura moderna y su impacto ambiental orientaba, enfoque cualitativo-técnico que el estudio adoptaba.

1.6.3 Nivel de Investigación

La investigación fue de nivel descriptivo-propositivo. Fue descriptiva porque permitió identificar y caracterizar los productos químicos utilizados, las condiciones posteriores al proceso de desinfección y las prácticas y percepciones del personal. Fue propositiva porque,

a partir del diagnóstico y de los resultados obtenidos, se diseñó un Plan Integral de Gestión y Monitoreo de Productos Químicos orientado a fortalecer el proceso de desinfección.

La integración de la evidencia técnica con la propuesta de mejora que ya se había logrado al articularse teoría y práctica, y la dificultad de separar el diagnóstico de la intervención, constituía lo que este nivel permitía al materializarse, es decir, la reducción de la incidencia de contaminaciones cruzadas y la optimización de la calidad del alimento vivo que se alcanzaba al adaptarse los manuales internacionales a las condiciones operativas locales, destacación que Rahman y Sorgeloos (2022) y Van Stappen et al. (2024) realizaban, guía metodológica de manejo sanitario que se buscaba establecer adaptada a las necesidades de los sistemas de recirculación y producción de Artemia, propositivo que asimismo se era al caracterizar los diferentes métodos de desinfección documentados por WOA (2009, 2024) y FAO (2024) y determinar su aplicabilidad y efectividad dentro de los sistemas de

producción acuícola, descriptivo que se era porque tal caracterización se realizaba, nivel descriptivo-propositivo que la investigación presentaba.

1.6.4 Población de Estudio

El análisis de información científica secundaria validada internacionalmente en el que ya se había enfocado el estudio, y la limitación de un enfoque que no recogía voces directas del campo, constituía lo que explicaba la ausencia de encuestas ni entrevistas en el diseño metodológico, es decir, la base del conocimiento técnico sobre la gestión sanitaria en acuicultura que en concordancia con FAO (2020) esta población documental representaba y que permitía identificar las mejores prácticas de desinfección y manejo ambiental, población de estudio que se constituía por los documentos científicos, manuales técnicos, normas internacionales y protocolos de bioseguridad acuícola elaborados por organismos de referencia mundial como la WOA, la FAO, y autores especializados en ingeniería sanitaria y biotecnología acuícola.

1.6.5 Tamaño de la Muestra

Para el diagnóstico perceptual se contó con la participación de 8 trabajadores relacionados con las actividades operativas de la empresa LARDEMA S.A., quienes respondieron el instrumento de encuesta utilizado en la investigación.

Los estándares internacionales en materia de bioseguridad y sostenibilidad acuícola que ya se habían logrado reflejar en los resultados, y la dificultad de justificar la exclusión de ciertas fuentes, constituían lo que la selección de referencias de alta fiabilidad que el proceso de muestreo en estudios de revisión técnica debía priorizar garantizaba, es decir, los lineamientos metodológicos establecidos por la FAO (2020) con los que en concordancia se operaba, criterios de pertinencia, actualidad y validez académica mediante los cuales se seleccionaban fuentes primarias de información científica y documentos especializados,

conjunto al cual el tamaño de la muestra se refería al tratarse de una investigación documental y técnica, no a una población humana ni biológica.

La desinfección en sistemas acuícolas que ya se había visto abordada desde múltiples dimensiones, y la complejidad de una revisión que pretendía ser exhaustiva, constituía el eje sobre el cual los componentes técnicos, biológicos y ambientales se cubrían de manera integral, es decir, la selección que permitía tal cobertura y que estaba compuesta por 28 fuentes documentales principales entre las cuales se incluían manuales técnicos de la World Organisation for Animal Health (WOAH, 2009; 2024), publicaciones de la FAO (2007, 2020, 2024), artículos científicos de Liu et al. (2016, 2024), Pedersen y Lazado (2020), Rahman y Sorgeloos (2022) y Van Stappen et al. (2024), así como estudios complementarios sobre fitodepuración y manejo de microcontaminantes realizados por Silva-Acosta et al. (2021) y Fred-Ahmadu et al. (2024).

Los sistemas de recirculación acuícola que ya se habían vuelto objeto de análisis junto con el tratamiento de biofloc y la producción de Artemia, y la dispersión temática de una muestra que debía cohesionarse, constituían lo que estudios recientes entre 2007 y 2025 abordaban al incluirse, es decir, criterios de representatividad y suficiencia que en términos metodológicos la muestra documental cumplía, información empírica sobre los desinfectantes más eficaces, sus concentraciones, tiempos de exposición y efectos colaterales que proporcionaban los documentos seleccionados y que de acuerdo con la WOAH (2024) un marco de referencia robusto para la evaluación comparativa de protocolos sanitarios constituían.

La propuesta metodológica de mejora sanitaria que ya se había visto sustentada por una base documental suficiente, y la expectativa de que los resultados fueran inmediatamente operativos, constituía lo que la integración de conocimientos de diferentes áreas como sanidad, ecología, ingeniería y biotecnología acuícola lograba al materializarse, es decir, la solidez teórica y técnica del estudio que según la FAO (2024) y la WOAH (2009) este criterio garantizaba, relevancia científica, actualidad y aplicabilidad práctica de cada

documento por las que el tamaño de la muestra era intencional y no probabilístico, determinado que por tanto se establecía.

1.6.6 *Técnicas de Recolección de Datos*

Para la recolección de información se emplearon técnicas documentales, de campo y de análisis de laboratorio. La revisión documental permitió recopilar y analizar información científica y técnica relacionada con los procesos de desinfección, los productos químicos y la bioseguridad acuícola.

Como técnica de campo se aplicó una encuesta a 8 trabajadores de LARDEMA S.A., mediante un cuestionario estructurado orientado a conocer su capacitación, conocimiento sobre los desinfectantes, frecuencia de limpieza y desinfección, uso de equipos de protección personal, percepción de residuos u olores, percepción sobre posibles efectos de los productos químicos y necesidades de mejora. Finalmente, se utilizaron resultados de laboratorio correspondientes al análisis del agua posterior al proceso de desinfección y a la composición proximal de una muestra de Artemia.

1.6.7 *Plan de Recolección de Datos*

La producción de Artemia como alimento vivo y la desinfección de instalaciones que ya se habían visto influidas por aspectos sanitarios, biológicos y ambientales, y la dificultad de aislar variables en un sistema interconectado, constituían lo que una secuencia metodológica permitía integrar de manera coherente al materializarse, es decir, la extracción

de información técnica validada, la selección y filtrado de documentos relevantes y la identificación de fuentes en las que el proceso se dividía, tres fases principales que las directrices de la FAO (2020) para estudios documentales en acuicultura establecían y que en concordancia se seguían, exhaustividad y calidad científica de la información obtenida que el propósito de garantizar perseguía mediante un enfoque sistemático, técnico y cronológico en el que el plan de recolección de datos de esta investigación se estructuraba.

La gestión sanitaria contemporánea en la que ya se debía asegurar la aplicabilidad de los resultados, y la presión por mantenerse actualizado en un campo en constante evolución, constituía lo que la vigencia de los documentos técnicos como criterio esencial garantizaba según WOA (2024), es decir, la modernización de los protocolos internacionales de bioseguridad acuícola que el periodo entre 2007 y 2025 abarcaba y que se priorizaba al seleccionarse documentos emitidos en ese lapso, búsqueda dirigida que en repositorios institucionales y bases de datos científicas de alta confiabilidad se realizaba en la primera fase, incluyendo la FAO Fisheries and Aquaculture Division, la World Organisation for Animal Health (WOAH) y plataformas como ScienceDirect, ResearchGate y MDPI.

La sostenibilidad ambiental, la bioseguridad acuícola, la desinfección de hatcheries y el uso de agentes oxidantes que ya se habían vuelto temas obligados de abordar, y la homogeneización de un corpus que antes era diverso, constituían lo que exclusivamente estudios, manuales y artículos que abordaran aquellos aspectos debían seleccionarse al aplicarse criterios de inclusión basados en la pertinencia temática, la rigurosidad metodológica y la validez institucional de las fuentes, es decir, la segunda fase en la que se operaba, parámetros técnicos de eficacia desinfectante que autores como Liu et al. (2016, 2024), Pedersen y Lazado (2020) y Bögnér et al. (2021) definían al resultar fundamentales, mientras que guías operativas sobre la desinfección de *Artemia* y el manejo del alimento

vivo que los manuales de Rahman y Sorgeloos (2022) y Van Stappen et al. (2024) proporcionaban constituían el soporte complementario.

La validez y confiabilidad técnica que ya se habían garantizado al mantenerse una correspondencia directa con los objetivos de la investigación, y la ilusión de que la estructura lógica equivalía a la verdad, constituían lo que los resultados obtenidos lograban al materializarse con base en este plan, es decir, conclusiones fundamentadas en evidencia científica verificable que la elaboración facilitaba y que la trazabilidad de los datos aseguraba según la metodología de análisis documental recomendada por la FAO (2024), técnica que en una matriz de análisis se desarrollaba en la tercera fase para registrar, comparar y sintetizar los principales hallazgos de cada fuente, variables como tipo de agente desinfectante, dosis, tiempo de exposición, impacto ambiental, costo operativo y resultados sanitarios que en esta matriz se documentaban, desarrollo que finalmente en esta fase se concretaba.

1.6.8 *Procesamiento de la Información*

La toma de decisiones en materia de bioseguridad y sostenibilidad ambiental que ya se había visto apoyada por conocimiento aplicable, y la ilusión de que la información procesada bastaba para actuar, constituía lo que este tipo de procesamiento permitía según FAO (2020), es decir, la transformación de documentos técnicos complejos en conocimiento extraíble al identificarse puntos de convergencia y divergencia entre los distintos protocolos internacionales de desinfección aplicables a la acuicultura, objetivo con el cual un análisis cualitativo y comparativo de fuentes documentales mediante el cual el procesamiento de la información se llevó a cabo operaba, clasificación y codificación según contenido temático, alcance técnico y aporte a los objetivos de la investigación que cada fuente recibía al ser revisada.

La confiabilidad de los resultados obtenidos que ya se había fortalecido, y la

dependencia de un método que creía inobjetable, constituía lo que un criterio de validez cruzada entre documentos institucionales (WOAH, FAO) y artículos científicos experimentales lograba al aplicarse, es decir, la eficacia y sostenibilidad de los desinfectantes empleados que determinaban las comparaciones controladas entre parámetros técnicos que Pedersen y Pedersen (2012) y Liu et al. (2016, 2024) recomendaban utilizar, método que en estudios previos se había empleado y que en matrices de análisis se organizaba al estructurarse de manera sistemática los datos sobre el uso de agentes oxidantes (PAA y H_2O_2), su concentración, tiempo de exposición, efectos sobre la microbiota acuática y su impacto ambiental, información recopilada que en primer lugar se organizaba.

La viabilidad operativa, la compatibilidad ambiental y la eficacia sanitaria que ya se habían vuelto ejes inseparables de un análisis integrado, y la dificultad de priorizar una sobre otra, constituían lo que categorías analíticas centradas en tres ejes elaboradas a partir de este contraste lograban visibilizar, es decir, patrones comunes entre las normativas de desinfección (WOAH, 2009, 2024) y las evidencias experimentales más recientes sobre desinfectantes sostenibles que se identificaban al interpretarse los datos procesados mediante análisis de contenido y síntesis temática, técnica que según WOA (2024) era indispensable para evaluar los factores críticos que determinaban la eficacia de los procedimientos sanitarios en criaderos y sistemas de recirculación, etapa que posteriormente se desarrollaba y que Bögnér et al. (2021) y Qi et al. (2025) aportaban.

La base empírica sólida y plenamente validada por la comunidad científica internacional en la que ya se debían fundamentar las conclusiones y recomendaciones del trabajo, y la presión por presentar resultados irreprochables, constituía lo que este procedimiento aseguraba al materializarse, es decir, la autenticidad, pertinencia y coherencia científica que la información verificada y contrastada garantizaba en coherencia con la metodología documental-aplicada, directrices metodológicas que la FAO (2024) y la WOA

(2024) establecían, tablas comparativas y descripciones analíticas que sustentaban la propuesta de mejora del estudio y con las que el procesamiento concluía, resumen interpretativo de resultados que finalmente se consolidaba al integrarse los hallazgos más relevantes de cada fuente y alinearse con los objetivos específicos de la investigación.

CAPÍTULO II: DIAGNÓSTICO O ESTUDIO DE CAMPO

2.1 Descripción del Área de Estudio

La bioseguridad para minimizar riesgos sanitarios que ya se había enfatizado junto con la eficiencia operativa, y la dificultad de separar la producción de su contexto de riesgo, constituía lo que en la cadena de producción larval donde LARDEMA S.A. se posicionaba

como actor clave se priorizaba, es decir, un contexto de alta demanda por postlarvas de calidad para hatcheries comerciales en el que la empresa operaba al contribuir al desarrollo sostenible de la industria camaronera, propósito con el cual se fundó y que la dedicación a la cría y producción de larvas de camarón en el sector acuícola ecuatoriano justificaba, relevancia en la región que permitía analizar prácticas reales en larvicultura frente a desafíos como contaminantes químicos y optimización de procesos y por la cual este estudio de caso seleccionó a LARDEMA S.A., ubicada en Manta, Manabí, Ecuador, actor que EMIS (2025) documentaba.

Las pérdidas económicas asociadas que ya se debían reducir y la propagación de enfermedades infecciosas que se debía prevenir, y la presión sobre unos protocolos que antes parecían suficientes, constituían lo que medidas esenciales lograban al materializarse, es decir, el control de calidad del agua, la desinfección y la limpieza sistemáticas que en cada etapa del proceso de cultivo se adoptaban al implicar la bioseguridad en las instalaciones acuícolas, adopción que la FAO (2024) definía y que unidades productivas tanto a nivel experimental como comercial dependían de al garantizar la inocuidad de los organismos cultivados mediante la aplicación rigurosa de protocolos de desinfección, contexto de los sistemas de producción acuícola y hatcheries que utilizan *Artemia* como alimento vivo para larvas de peces y crustáceos dentro del cual el presente estudio se desarrollaba.

La seguridad operativa y la sostenibilidad ambiental que ya se debían equilibrar con la eficacia sanitaria, y la complejidad de un diagnóstico que antes parecía lineal, constituían lo que los lineamientos definidos por Liu et al. (2024) y Pedersen y Lazado (2020) establecían al compararse con los protocolos más empleados en hatcheries internacionales, particularmente aquellos recomendados por FAO (2007, 2020) y Rahman y Sorgeloos (2022), es decir, la neutralización química posterior, el enjuague completo del material, la

calibración adecuada de concentraciones y el uso de compuestos oxidantes certificados que las buenas prácticas de desinfección según WOAHA (2024) incluían, procedimientos normalizados que los criaderos que emplean *Artemia* y sistemas de recirculación acuícola (RAS) requerían para asegurar condiciones higiénicas estables, diagnóstico técnico que en este contexto se centraba.

La producción larvaria y postlarvaria a la que ya se debían aplicar programas integrales de bioseguridad, y la fragmentación de un campo que antes operaba con protocolos aislados, constituía lo que estos elementos constituían según FAO (2007), es decir, el tratamiento de aguas residuales con agentes oxidantes biodegradables, la limpieza de tanques, tuberías y sistemas de aireación, y los procesos de descapsulación y desinfección de *Artemia* que el diagnóstico consideraba al circunscribirse teóricamente al entorno de la acuicultura moderna sostenible, actividad orientada a producir organismos acuáticos bajo condiciones controladas y ambientalmente responsables que en este sentido se entendía.

La acumulación de residuos tóxicos que ya se debía evitar y los niveles óptimos de oxígeno disuelto que se debían mantener, y la paradoja de un método que sanaba y dañaba simultáneamente, constituían lo que el uso de peróxido de hidrógeno y ácido peracético en dosis controladas permitía según Bögner et al. (2021) y Liu et al. (2016), es decir, la preservación de la calidad del agua y la microbiota benéfica del sistema que se debía equilibrar con la eficacia sanitaria al aplicarse desinfectantes en el componente ambiental del área de estudio que asimismo se tomaba en cuenta, acuicultura resiliente y sostenible a la que se debía contribuir y cuyo potencial el diagnóstico técnico evaluaba al no solo examinar los procedimientos sanitarios sino también su compatibilidad ecológica..

2.1.1 Misión de la empresa

Predicar y practicar con responsabilidad, organización, ética y honestidad lo que se ha hecho, se sigue haciendo y se seguirá haciendo en la empresa LARDEMA S.A.

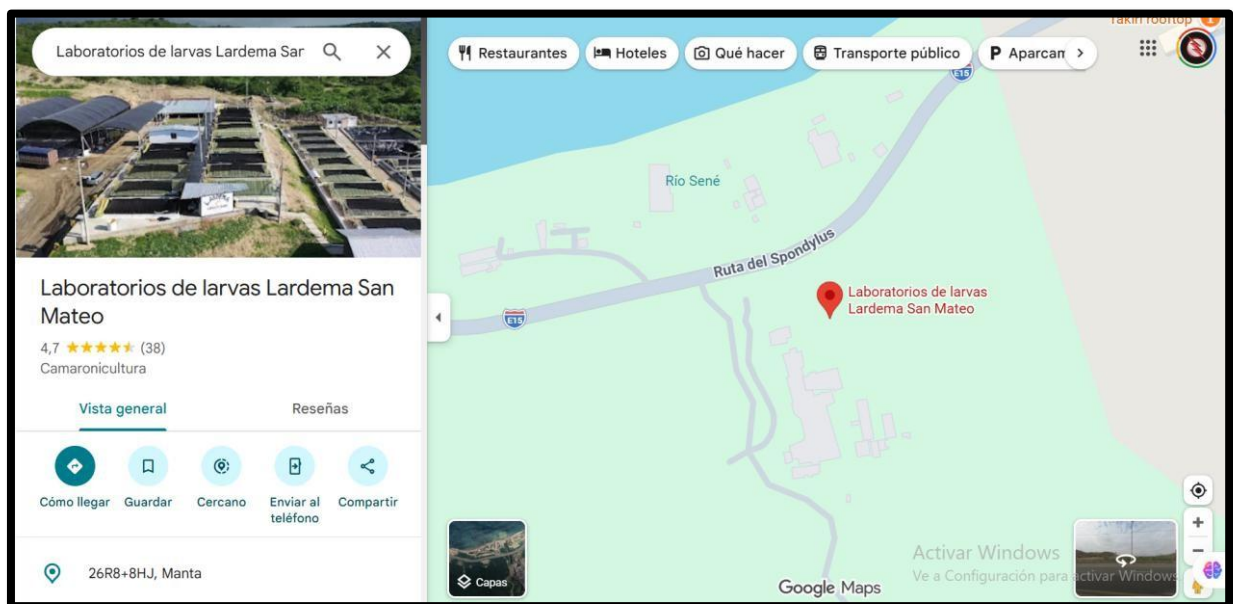
2.1.2 Visión de la empresa

Predicar y practicar con responsabilidad, organización, ética y honestidad lo que se ha hecho, se sigue haciendo y se seguirá haciendo en la empresa LARDEMA S.A.

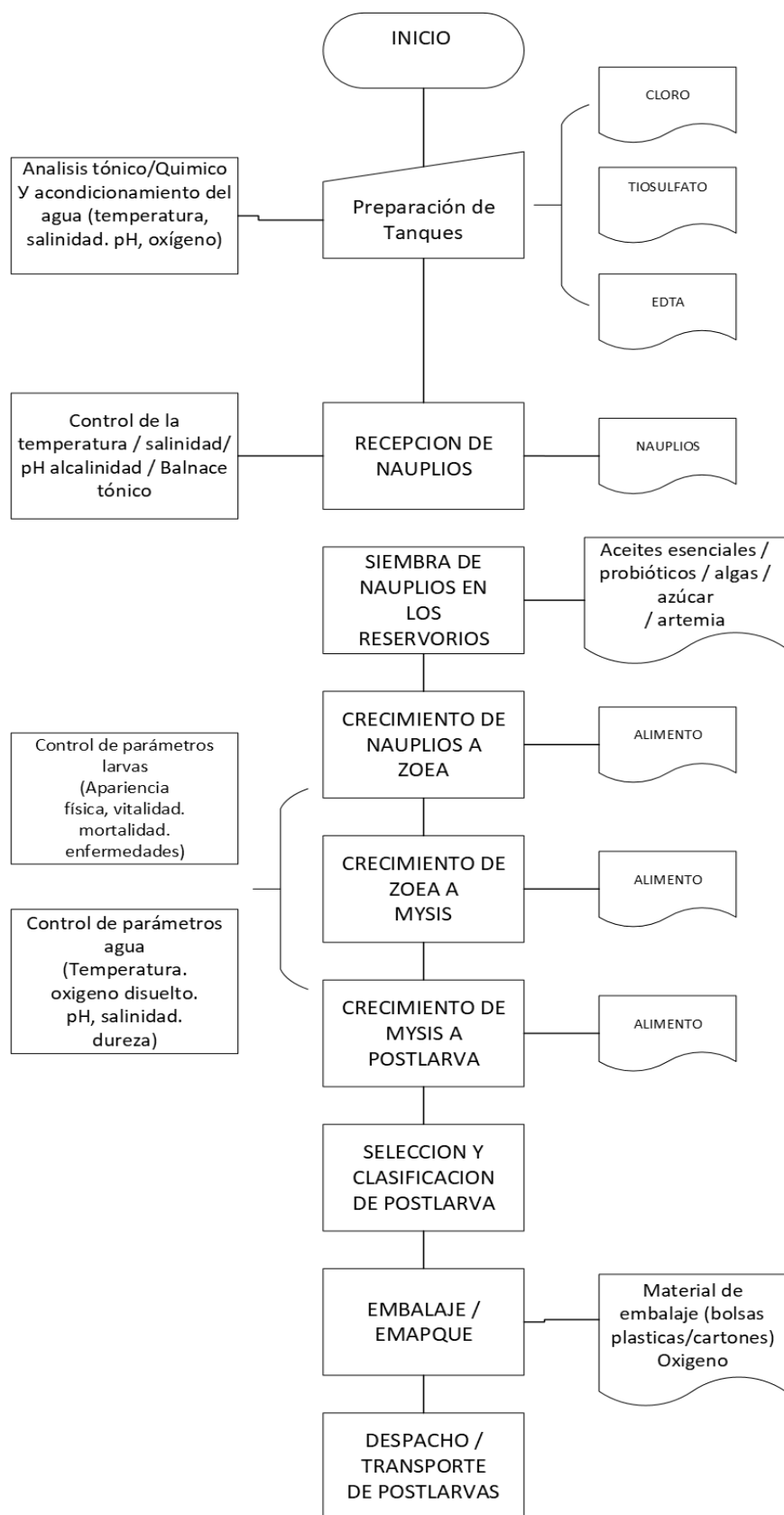
2.1.3 Ubicación

Figura 1

Ubicación de la empresa



2.1.4 Diagrama de flujo de la empresa



2.1.5 Identificación de químicos

La microflora benéfica que ya se había visto afectada y la calidad del agua que se deterioró, y la paradoja de un método que mataba para proteger, constituían lo que subproductos clorados y residuos oxidantes que su uso inadecuado generaba lograban provocar, es decir, la toxicidad directa sobre los organismos cultivados y los ecosistemas receptores de los efluentes que en casos de sobredosificación o mala neutralización se manifestaba, carga bacteriana que se reducía y brotes de enfermedades que se prevenían cuando en tanques, sistemas de agua y superficies en laboratorios de larvas de camarón se utilizaba como desinfectante el cloro, generalmente aplicado en forma de hipoclorito de sodio, químico potencialmente contaminante que en el contexto de la producción de larvas de camarón se consideraba.

- **Cloro (hipoclorito de sodio)**

La microflora benéfica que ya se había visto afectada y la calidad del agua que se deterioró, y la paradoja de un método que mataba para proteger, constituían lo que subproductos clorados y residuos oxidantes que su uso inadecuado generaba lograban provocar, es decir, la toxicidad directa sobre los organismos cultivados y los ecosistemas receptores de los efluentes que en casos de sobredosificación o mala neutralización se manifestaba, carga bacteriana que se reducía y brotes de enfermedades que se prevenían cuando en tanques, sistemas de agua y superficies en laboratorios de larvas de camarón se utilizaba como desinfectante el cloro, generalmente aplicado en forma de hipoclorito de sodio, químico potencialmente contaminante que en el contexto de la producción de larvas de camarón se consideraba.

- **“Sello rojo” (hipoclorito de sodio comercial)**

Las estructuras sensibles de los organismos acuáticos que ya se habían visto dañadas o irritadas, y la fragilidad de un sistema que creía resistente, constituían lo que el potencial de daño o irritación manifestaba al materializarse, es decir, el incremento de la demanda química de oxígeno y la formación de compuestos clorados que riesgos similares presentaba al compartir el mismo principio activo del cloro, disponibilidad y bajo costo por los que en labores de limpieza y desinfección en instalaciones acuícolas se empleaba frecuentemente, formulación de hipoclorito de sodio de uso frecuente a la que el producto conocido comercialmente como "Sello rojo" correspondía, químico potencialmente contaminante que en el contexto de la producción de larvas de camarón se consideraba.

- **Ácido peracético**

Las respuestas fisiológicas de estrés en peces y crustáceos que ya se habían generado y los tejidos sensibles como branquias y mucosas que se habían visto afectados, y la dificultad de justificar una alternativa que también dañaba, constituían lo que exposiciones a concentraciones inadecuadas podían provocar al materializarse, es decir, el carácter fuertemente oxidante que implicaba que un control riguroso de dosis, tiempos de exposición y condiciones de operación su uso requiriera, reducción de residuos persistentes en el ambiente y rápida descomposición en agua y oxígeno por la que en acuicultura como alternativa a los compuestos clorados se utilizaba, desinfectante oxidante de amplio espectro que el ácido peracético se describía como, químico potencialmente contaminante que en el contexto de la producción de larvas de camarón se consideraba.

2.1.6 Diagnóstico de las prácticas del personal

Con el propósito de complementar el diagnóstico de los procesos de desinfección, se aplicó una encuesta a 8 trabajadores relacionados con las actividades de producción y manejo de productos químicos en la empresa LARDEMA S.A. El instrumento permitió conocer las

prácticas y percepciones del personal respecto a la capacitación en bioseguridad, conocimiento de los productos desinfectantes, frecuencia de limpieza y desinfección, utilización de equipos de protección personal, percepción sobre residuos u olores y necesidades de capacitación y mejora.

Los resultados obtenidos permitieron identificar tanto fortalezas como aspectos susceptibles de mejora en las prácticas del personal. La información obtenida mediante la encuesta fue utilizada como complemento de los resultados técnicos y de laboratorio, sin considerarla como una medición directa de contaminación química.

2.1.7 Capacitación del personal en bioseguridad

De los 8 trabajadores encuestados, el 100 % manifestó haber recibido capacitación formal sobre bioseguridad acuícola. Este resultado evidencia que el personal consultado cuenta con antecedentes de formación relacionados con la bioseguridad. Sin embargo, la capacitación previa no implica que el proceso de formación deba considerarse concluido, por lo que resulta necesario mantener actividades de actualización y reforzamiento.

Tabla 1

Capacitación formal en bioseguridad

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Si	8	100%
No	0	0%
Total	8	100%

2.1.8 Conocimiento de los productos desinfectantes

En relación con el conocimiento de los productos desinfectantes utilizados en la

empresa, los 8 trabajadores encuestados respondieron afirmativamente, lo que representa el 100 %. Este resultado demuestra que existe familiaridad del personal con los productos empleados durante las actividades de desinfección.

No obstante, conocer los productos utilizados no garantiza por sí mismo que su preparación, dosificación, aplicación y neutralización se realicen de manera uniforme, por lo que estos aspectos deben mantenerse bajo procedimientos estandarizados.

Tabla 2

Conocimiento de los desinfectantes utilizados

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Si	8	100%
No	0	0%
Total	8	100%

2.1.9 Nivel de conocimiento sobre los procesos de desinfección

Tabla 3

Nivel de conocimiento sobre los procesos de desinfección

Nivel de conocimiento	Frecuencia	Porcentaje
Muy Alto	5	62,5 %
Alto	1	12,5%
Medio	1	12,5%
Bajo	1	12,5%
Total	8	100%

***Análisis:** Los resultados muestran que el 62,5 % de los trabajadores calificó su conocimiento sobre los procesos de desinfección como muy alto, mientras que el 12,5 % lo calificó como alto. En*

conjunto, el 75 % considera que posee un nivel alto o muy alto de conocimiento. Por otra parte, el 12,5 % indicó un nivel medio y otro 12,5 % un nivel muy bajo. Estos resultados evidencian que, aunque existe una percepción favorable respecto al conocimiento del proceso, también se identifica un grupo que requiere reforzamiento, por lo que la capacitación continua constituye un aspecto importante para fortalecer las prácticas de desinfección.

2.1.10 Frecuencia de limpieza y desinfección

Tabla 4

Frecuencia de limpieza y desinfección

Frecuencia	Frecuencia	Porcentaje
Diariamente	4	50%
Semanalmente	3	37,5%
Mensualmente	1	12,5%
Total	8	100%

***Análisis:** En cuanto a la frecuencia de limpieza y desinfección, el 50 % de los trabajadores indicó que estas actividades se realizan diariamente, el 37,5 % señaló una frecuencia semanal y el 12,5 % manifestó que se realizan mensualmente. La variación observada en las respuestas evidencia la importancia de contar con procedimientos y registros que establezcan claramente la frecuencia correspondiente a cada actividad y permitan verificar su cumplimiento.*

2.1.11 Uso de equipos de protección personal

Tabla 5

Uso de equipos de protección personal

Uso de EPP	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	6	75%
A veces	2	25%
Total	8	100%

Análisis: El 75 % de los trabajadores manifestó utilizar siempre equipos de protección personal durante las actividades de desinfección, mientras que el 25 % indicó utilizarlos algunas veces. Aunque la mayoría señala un cumplimiento permanente de esta medida, la existencia de trabajadores que no utilizan los equipos de protección de manera constante representa un aspecto susceptible de mejora, especialmente debido al manejo de productos químicos.

2.1.12 Percepción de residuos u olores después de la desinfección

Tabla 6

Percepción de residuos u olores después de la desinfección

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
No	6	75%
Ocasionalmente	1	12%
Si	1	12%
Total	8	100%

Análisis: El 75 % de los trabajadores manifestó no haber observado residuos u olores después de las actividades de desinfección. Sin embargo, el 12,5 % indicó haberlos observado ocasionalmente y otro 12,5 % respondió afirmativamente. Estos resultados representan la percepción del personal y, por sí solos, no permiten confirmar la presencia de residuos químicos; por ello, deben complementarse con los resultados de los análisis técnicos realizados al agua.

2.1.13 Percepción sobre los efectos de los productos químicos

Tabla 7

Percepción de residuos u olores después de la desinfección

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
No	5	62.5%
No lo sé	2	25%

Si	1	12,5%
Total	8	100%

Análisis: El 62,5 % de los trabajadores consideró que los productos químicos utilizados no afectan la calidad del agua o el bienestar de los organismos cultivados, mientras que el 12,5 % respondió que sí pueden afectarlos y el 25 % manifestó desconocer esta posible relación.

La presencia de trabajadores que no tienen claridad sobre los posibles efectos de los productos químicos evidencia la necesidad de fortalecer la capacitación relacionada con el manejo seguro, los efectos y los riesgos asociados a estas sustancias.

2.1.14 Necesidad de capacitación adicional

Tabla 8
Necesidad de capacitación adicional

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Si	7	87.5%
Tal vez	1	12,5%
No	0	0%
Total	8	100%

Análisis: El 87,5 % de los trabajadores manifestó estar dispuesto a recibir capacitación adicional sobre el uso de desinfectantes, mientras que el 12,5 % respondió “tal vez”. No se registraron respuestas negativas. Este resultado evidencia una disposición favorable del personal hacia el fortalecimiento de sus conocimientos y respalda la incorporación de un programa de capacitación dentro de la propuesta de mejora.

2.1.15 Aspectos que deben mejorarse

Tabla 9
Aspectos que deben mejorarse

Aspecto	Frecuencia	Porcentaje
----------------	-------------------	-------------------

Capacitación del personal	3	37,5%
Mejoras en productos/equipos de limpieza	3	37,5%
Supervisión técnica más constante	2	25%
Total	8	100%

***Análisis:** Respecto a los aspectos que deberían fortalecerse en los procesos de desinfección, el 37,5 % de los trabajadores señaló la necesidad de mejorar la capacitación del personal, otro 37,5 % consideró necesarias mejoras en los productos y equipos de limpieza y el 25 % indicó la necesidad de una supervisión técnica más constante.*

Estos resultados permiten identificar las principales necesidades percibidas por el personal y sirven como fundamento para los componentes de capacitación, supervisión, estandarización y control incluidos en la propuesta.

2.1.16 Síntesis del diagnóstico de las prácticas del personal

A partir de los resultados obtenidos mediante la encuesta aplicada a los 8 trabajadores, se identificó que existe una percepción favorable respecto al conocimiento de los procesos de bioseguridad y de los productos desinfectantes utilizados en la empresa. Sin embargo, también se identificaron aspectos que requieren fortalecimiento. Entre ellos se encuentran la existencia de trabajadores con niveles de conocimiento medio o muy bajo, el uso no permanente de equipos de protección personal, las diferencias en la frecuencia reportada para las actividades de limpieza y desinfección y el desconocimiento de algunos trabajadores respecto a los posibles efectos de los productos químicos.

El 87,5 % de los trabajadores manifestó disposición para recibir capacitación adicional, mientras que la capacitación del personal y las mejoras en productos y equipos de limpieza fueron los aspectos señalados con mayor frecuencia como necesidades de mejora.

En consecuencia, el diagnóstico evidencia la necesidad de fortalecer la estandarización de las actividades, la capacitación continua, el uso adecuado de equipos de protección personal, la supervisión y el registro de los procesos. Estos aspectos serán considerados posteriormente en el diseño del Plan Integral de Gestión y Monitoreo de Productos Químicos.

2.1.17 Trazabilidad de los químicos

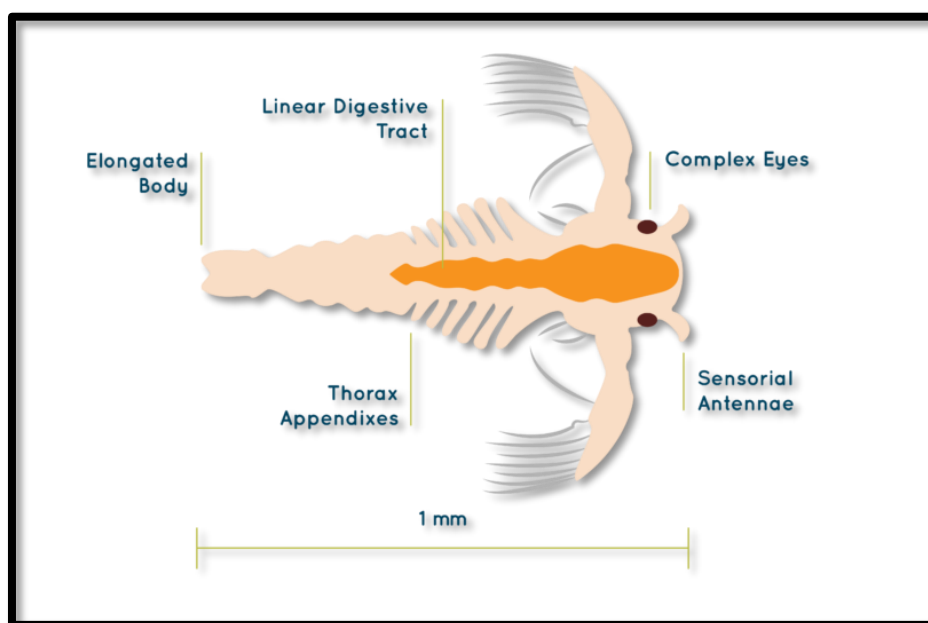
Tabla 10
Trazabilidad de los químicos

	Actividad	Producto químico	Riesgo potencial	Registro de control
Recepción	Recepción del químico	Cloro, Sello rojo, Ácido Nítrico, Vitamina C	Derrames o contaminación	Hoja de ingreso y lote
Almacenamiento	Conservación en bodega	Todos los químicos	Fugas y degradación	Registro de inventario
Preparación	Dilución y dosificación	Cloro y Ácido nítrico	Contacto con la piel	Hoja de preparación
Aplicación	Desinfección de equipos y áreas	Cloro, Sello Rojo	Residuos químicos	Registro de uso
Descapsulacion	Tratamiento de quistes de Artemia	Cloro y sello rojo	Exceso de cloro residual	Registro de proceso
Neutralización	Eliminación de cloro	Vitamina C	Neutralización Incompleta	Registro de neutralización

2.1.18 Características de la Artemia salina

La incubación como alimento vivo que ya se realizaba cuando los quistes se necesitaban, y la artificialidad de un ciclo que interrumpía la continuidad natural, constituía lo que el almacenamiento previo permitía al materializarse, es decir, el envío a granjas de acuicultura en todo el mundo que se producía después del procesamiento en seco, limpieza

y acondicionamiento que de diferentes lagos o cuerpos de agua salados se recolectaban, quistes que solo en aguas de alta salinidad aparecían y que aproximadamente un centímetro de largo medía los adultos, pequeños crustáceos que durante años como alimento inicial para varias especies, especialmente en la cría de camarones y peces, se habían utilizado y que también conocida como camarón de salmuera la *Artemia* se denominaba, información que INVE Aquaculture (2026) documentaba.



2.1.19 Clasificación toxicológica

Tabla 11

Clasificación toxicológica

Categoría	Clasificación toxicológica	CL ₅₀ (µg/mL)
I	Extremadamente tóxico	0 - 10
II	Altamente tóxico	>10 - 100
III	Moderadamente tóxico	>100 - 500

IV	Ligeramente tóxico	>500 - 1000
V	Prácticamente no tóxico	>1000 - 1500
VI	Relativamente tóxico	≥1500

Nota. Carlos, R. (2024). Ensayo de toxicidad aguda en la artemia salina: Protocolo de bioensayo. Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Obtenido de https://es.scribd.com/document/1033821847/Ensayo-de-Toxicidad-Aguda-Artemia-Salina#google_vignette

2.2 Análisis Diagnóstico

La producción sostenible y ambientalmente responsable que ya se debía garantizar y la bioseguridad acuícola que se fortalecía, y la presión por alcanzar un ideal que parecía inalcanzable, constituían lo que la estrategia más efectiva lograba al materializarse, es decir, protocolos estandarizados basados en las guías de FAO (2024) y WOA (2024) y la adopción de desinfectantes sostenibles que el análisis integral sugería en consecuencia, tres pilares técnicos en los que la mayoría de los protocolos revisados convergían y que el diagnóstico permitió constatar finalmente: la compatibilidad con los organismos acuáticos cultivados, la seguridad ambiental y la eficacia antimicrobiana comprobada.

La estabilidad ecológica de los sistemas de cultivo que ya se mantenía y la huella ambiental que se minimizaba, y la complacencia de quienes creían que la tecnología bastaba para la sostenibilidad, constituían lo que la recirculación de agua y la oxigenación controlada combinadas con este tipo de tratamiento lograban al materializarse, es decir, la degradación de restos de peróxidos y ácidos residuales que la fitodepuración mixotrófica contribuía a alcanzar, sistema de tratamiento descrito por Silva-Acosta et al. (2021) que se incorporaba para evitar la liberación de sustancias peligrosas al entorno acuático, gestión adecuada de

los efluentes líquidos y sólidos resultantes que los procedimientos de desinfección debían incluir según enfatizaban FAO (2020) y WOAH (2009) en el ámbito ambiental.

La desinfección efectiva sin residuos tóxicos que ya se había vuelto posible y la viabilidad de los nauplios que se preservaba, y la urgencia de abandonar métodos que dejaban rastro, constituían lo que alternativas químicas más seguras como el PAA garantizaban al materializarse, es decir, ajustes precisos en dosis y tiempos de exposición que Gómez-Gil et al. (1994) recomendaban al señalar que concentraciones excesivas de cloro podían afectar la viabilidad de los nauplios, hallazgo que la búsqueda de aquellas alternativas había impulsado, secuencia de operaciones que incluía descapsulación con hipoclorito, neutralización con tiosulfato y enjuagues sucesivos con agua filtrada y que manuales técnicos como el de Rahman y Sorgeloos (2022) y el Manual on Artemia Production and Use de Van Stappen et al. (2024) detallaban, eje central del diagnóstico que la desinfección de Artemia, componente esencial del alimento vivo en larvicultura, representaba.

El balance entre eficacia sanitaria y compatibilidad ambiental que ya se había revelado como una clara tendencia, y la dificultad de justificar el uso continuado de agentes tradicionales, constituía lo que el análisis comparativo revelaba al materializarse, es decir, la carga microbiana que se reducía significativamente y la oxigenación del agua que se mejoraba al mantenerse la calidad del agua cuando el uso de peróxido de hidrógeno y PAA en sistemas de recirculación acuícola se aplicaba, demostración que Liu et al. (2016) y Bögner et al. (2021) realizaban al contrastarse con los subproductos nocivos como los cloraminados que los desinfectantes clorados, aunque económicos, podían generar afectando la viabilidad larval y la calidad del agua según FAO (2007), preparación de soluciones activas, aplicación sobre equipos, tanques y utensilios y neutralización posterior que en los hatcheries de larvas de camarón y peces el proceso de desinfección comprendía.

La rápida degradación y la baja toxicidad que ya se exigían además de la eficacia contra bacterias, virus y hongos, y la complejidad de seleccionar productos que cumplieran todos los criterios, constituían lo que los desinfectantes certificados que se recomendaban debían presentar, es decir, el manejo ambiental responsable, la desinfección química y la limpieza física que combinadas desde un enfoque integral la bioseguridad acuícola debía abordar según World Organisation for Animal Health (WOAH, 2024), principio que se reflejaba en el tránsito progresivo de compuestos clorados hacia agentes oxidantes más sostenibles como el ácido peracético (PAA) y el peróxido de hidrógeno (H_2O_2) que Liu et al. (2024) y Pedersen y Lazado (2020) documentaban, efectividad, sostenibilidad y alineación con las normativas internacionales que los principales procedimientos de desinfección empleados en la acuicultura moderna presentaban y que el análisis diagnóstico permitía identificar.

2.3 Diagnóstico Situacional

La competitividad del sector acuícola en mercados internacionales que ya se aseguraba y la capacidad de respuesta ante brotes epidémicos que se fortalecía, y la presión por mantener estándares que muchos establecimientos no alcanzaban, constituían lo que la integración de estos procedimientos dentro de programas nacionales de bioseguridad lograba al materializarse, es decir, la salud larvaria y la inocuidad del alimento vivo que la implementación de manuales operativos actualizados sobre descapsulación y desinfección de *Artemia* garantizaba, componente esencial que Rahman y Sorgeloos (2022) y Van Stappen et al. (2024) señalaban, protocolos integrales de desinfección sustentados en evidencia científica y normativa internacional que la necesidad de establecer el diagnóstico situacional confirmaba finalmente, futuro de la acuicultura sostenible que en síntesis dependía de la aplicación rigurosa de protocolos de desinfección seguros, estandarizados y ambientalmente responsables y que este diagnóstico reflejaba.

La resiliencia de los ecosistemas productivos que ya se mejoraba y los estándares ambientales internacionales que se cumplían, y la complacencia de quienes creían que la tecnología bastaba para la sostenibilidad, constituían lo que sistemas de recirculación acuícola (RAS) combinados con este tipo de tecnologías facilitaban al materializarse, es decir, la remoción de nutrientes contaminantes y la degradación natural de agentes oxidantes que la fitodepuración mixotrófica permitía, solución ecológica descrita por Silva-Acosta et al. (2021) que se había desarrollado frente a una problemática en la que la eutrofización y alteración de la biodiversidad acuática se contribuía al vertirse directamente a cuerpos naturales sin tratamiento previo aguas residuales cargadas de desinfectantes, advertencia que en muchos casos la FAO (2020) realizaba al revelar que el manejo inadecuado de los efluentes derivados de la desinfección seguía siendo uno de los principales retos para la sostenibilidad de la acuicultura desde una perspectiva ambiental.

La adopción de estos agentes sostenibles que ya requería una correcta calibración de concentraciones, tiempos de contacto y protocolos de neutralización, y la fragilidad de un sistema que creía autosuficiente, constituía lo que las normas establecidas por la FAO (2007, 2024) y la WOAHP (2009, 2024) exigían al materializarse, es decir, la oxigenación del agua que se mejoraba y los microorganismos patógenos que se eliminaban sin dejar residuos tóxicos, alternativas altamente eficaces que el ácido peracético (PAA) y el peróxido de hidrógeno (H_2O_2) representaban frente a los desinfectantes tradicionales según confirmaban estudios como los de Liu et al. (2016) y Pedersen y Lazado (2020), precisión en la dosificación, calidad del agua y tipo de agente químico utilizado que tres factores críticos constituían de los que la eficiencia de la desinfección dependía y que las observaciones derivadas del diagnóstico comparativo en el ámbito operativo mostraban.

La sostenibilidad ecológica de la actividad acuícola que ya se comprometía junto con la productividad, y la vulnerabilidad de un sector que operaba con déficits estructurales,

constituían lo que vulnerabilidades sanitarias generaban al materializarse, es decir, la ausencia de seguimiento ambiental post-desinfección, los escasos recursos materiales y la falta de capacitación técnica por las que principalmente deficiencias en la aplicación de buenas prácticas persistían en muchos establecimientos, realidad que no obstante se manifestaba mientras protocolos estandarizados de prevención, control y erradicación de patógenos que el desarrollo de las medidas sanitarias aplicadas en las granjas acuícolas había alcanzado desde la simple limpieza superficial evolucionaban, papel estratégico que dentro de los planes de bioseguridad la desinfección ocupaba en modelos de producción más sostenibles hacia los cuales a nivel internacional los sistemas acuícolas atravesaban un proceso de transición que el diagnóstico situacional evidenciaba.

2.4 Interpretación de Resultados

La salud acuícola, la inocuidad alimentaria y la protección del ambiente acuático que ya se habían visto garantizadas, y la complacencia de quienes creían que el problema estaba resuelto, constituían lo que una herramienta eficaz lograba al materializarse, es decir, protocolos de bioseguridad estandarizados y desinfectantes sostenibles cuyo uso constituía una confirmación de la hipótesis inicial que los resultados interpretados en conclusión alcanzaban, riesgos sanitarios que se reducían y acceso a mercados internacionales que se facilitaba al promoverse la adopción de estándares globales, equilibrio entre productividad y responsabilidad ambiental que la aplicación de estos procedimientos generaba y en el que la WOA (2024) y la FAO (2024) coincidían, resiliencia ecológica y económica de la acuicultura que también se fortalecía y bioseguridad sanitaria que se mejoraba al transicionarse hacia prácticas de desinfección sostenibles, interpretación que finalmente los resultados demostraban.

del alimento vivo que se garantizaba, y la rigidez de unos protocolos que antes permitían cierta flexibilidad, constituían lo que la estandarización de estos procesos bajo normas internacionales lograba al materializarse, es decir, la importancia que el Manual on Artemia Production and Use elaborado por Van Stappen et al. (2024) respaldaba al igual que las tasas de eclosión que se mejoraban y la transmisión de patógenos que se reducía cuando en esta etapa el uso controlado de agentes oxidantes se mantenía siempre que los parámetros óptimos de pH, temperatura y tiempo de exposición se conservaran, según Rahman y Sorgeloos (2022), necesidad de optimizar las prácticas tradicionales de descapsulación y tratamiento sanitario que en cuanto a la desinfección de Artemia el análisis evidenciaba, convergencia entre las recomendaciones técnicas de los organismos internacionales y la evidencia empírica obtenida en estudios recientes sobre oxidantes sostenibles que esta comparación reflejaba.

La sostenibilidad a largo plazo que ya se favorecía y la calidad del agua que se restauraba, y la ilusión de que la tecnología bastaba para la regeneración, constituían lo que la remoción de compuestos oxidantes residuales y la implementación de sistemas de fitodepuración mixotrófica en las instalaciones acuícolas contribuían a alcanzar según confirmaban los estudios de Silva-Acosta et al. (2021), es decir, la mitigación ambiental que como medida cobraba relevancia el manejo responsable de los efluentes en este sentido, disposición final de los agentes químicos utilizados y neutralización que los protocolos efectivos debían contemplar no solo en la etapa de desinfección sino también en estas fases según FAO (2007, 2020), gestión adecuada de los residuos, capacitación técnica del personal y cumplimiento de las normas internacionales que tres factores clave constituían de los que la sostenibilidad de los procesos de desinfección dependía y que asimismo se interpretaba.

La biota benéfica del sistema que ya no se había visto afectada y tasas de eliminación de patógenos superiores al 90 % que se documentaban, y la dificultad de justificar el uso continuado de agentes que dejaban rastro tóxico, constituían lo que Liu et al. (2016) y Pedersen y Lazado (2020) registraban experimentalmente, es decir, ventajas notables en términos de eficacia y compatibilidad ambiental que los procedimientos basados en oxidantes sostenibles, principalmente ácido peracético (PAA) y peróxido de hidrógeno (H_2O_2), ofrecían frente a los desinfectantes clorados tradicionales, evidencia que los resultados comparativos obtenidos en esta investigación demostraban y que con los estudios experimentales de aquellos autores coincidía, incidencia de enfermedades bacterianas, virales y parasitarias que significativamente se reducía cuando protocolos de limpieza y desinfección estandarizados se aplicaban en establecimientos acuícolas según World Organisation for Animal Health (WOAH, 2024), productividad de los sistemas de cultivo que se garantizaba y bioseguridad que se fortalecía al constituir la desinfección sostenible en la acuicultura un componente esencial que el análisis integral de los datos y documentos revisados permitía concluir.

2.5 Cuantificación de contaminantes químicos derivados del proceso de desinfección

Los niveles de riesgo que ya se habían establecido en función de las concentraciones detectadas, y la dificultad de traducir números en acciones correctivas, constituían lo que un análisis comparativo basado en rangos técnicos reportados en la literatura científica y normativa internacional permitía al materializarse, es decir, la medición que se realizaba al considerarse el potencial impacto sobre la calidad del agua, la bioseguridad y el ambiente productivo que el uso frecuente en sistemas acuícolas del cloro residual motivaba, contaminante evaluado que entre los principales se encontraba, concentración residual de los agentes químicos utilizados en los procedimientos de limpieza y desinfección que se

orientaba a identificar la cuantificación realizada con el propósito de cumplir el segundo objetivo específico de la investigación, superficies de trabajo, equipos y áreas críticas del proceso productivo que en el área de producción de la empresa LARDEMA S.A. y en el proceso de descapsulación de Artemia se consideraban.

El segundo objetivo específico que ya se debía cumplir, y la fragmentación de un propósito general que antes parecía unificado, constituía lo que la cuantificación de los principales contaminantes químicos generados por el uso de desinfectantes perseguía al materializarse, es decir, la identificación de la concentración residual que en el proceso de descapsulación de Artemia y en el área de producción de la empresa LARDEMA S.A. se orientaba a alcanzar, procedimientos de limpieza y desinfección en los que los agentes químicos utilizados operaban y que la cuantificación se proponía examinar.

2.5.1 Cuantificación de residuos químicos después del proceso de desinfección en muestras de agua salada

Tabla 12

Cuantificación de residuos químicos después del proceso de desinfección en muestras de agua salada

Código de muestra	Tipo de muestra	Contaminante evaluado	Método de análisis	Unidad	Resultado obtenido	Interpretación
M-01	Agua salada del sistema productivo	Cloro libre residual	Método espectrofotométrico (colorimétrico)	mg/L	ND (No detectable)	No se evidenció presencia de cloro residual detectable

						después del
						proceso de
						desinfección
M-01	Agua	pH	Método	Unidad	5,70	El agua presentó
	salada del		potenciométrico	pH		una condición
	sistema					ligeramente
	productivo					ácida

Análisis: La muestra de agua salada analizada después del proceso de desinfección presentó un resultado de cloro libre residual no detectable (ND), lo que significa que mediante el método empleado no se identificó una concentración medible de cloro libre residual en la muestra analizada. El pH obtenido fue de 5,70, correspondiente a una condición ligeramente ácida. Estos resultados corresponden exclusivamente a la muestra evaluada y deben interpretarse como parte del diagnóstico del proceso, sin generalizar la ausencia de residuos químicos a toda la operación.

2.5.2 Cuantificación de residuos químicos después del proceso de descasulacion en muestras de artemia salina

La energía, los carbohidratos, la materia grasa, las cenizas, la humedad y la proteína total que ya se habían determinado, y la fragmentación de un análisis que antes parecía unitario, constituían lo que los parámetros que mediante metodologías basadas en normas AOAC se efectuaron lograban identificar, es decir, análisis físico-químicos que en el laboratorio CESECCA se realizaron después de que la muestra fuera enviada.

Tabla 13

Cuantificación de residuos químicos después del proceso de descasulacion en muestras de artemia salina

Parámetro analizado	Método de análisis	Unidad	Resultado obtenido
Proteína total	Método Kjeldahl (AOAC 2001.11)	%	24,35
Humedad	Gravimetría (AOAC 934.01)	%	68,59
Cenizas	Gravimetría (AOAC 934.01)	%	2,14
Materia grasa	Gravimetría (AOAC 934.01)	%	4,59
Carbohidratos	Cálculo por diferencia	%	0,33

Análisis: El análisis permitió caracterizar la composición proximal de la muestra de Artemia salina utilizada en el proceso productivo. Se obtuvo un contenido de proteína de 24,35 %, humedad de 68,59 %, cenizas de 2,14 %, materia grasa de 4,59 % y carbohidratos de 0,33 %, además de un aporte energético de 140,03 kcal/100 g. Estos valores pueden utilizarse como referencia para futuros controles de calidad de la muestra.

2.6 Discusión de resultados

2.6.1 Discusión del objetivo específico 1

La identificación de los productos químicos permitió establecer que las actividades de desinfección y descapsulación requieren el manejo de sustancias con diferentes funciones y niveles de riesgo. La trazabilidad existente en el proceso contempla etapas de recepción, almacenamiento, preparación, aplicación, descapsulación y neutralización, lo que demuestra la importancia de mantener registros asociados a cada etapa.

Desde el punto de vista operativo, la identificación de los productos constituye el primer paso para controlar el proceso, ya que permite establecer procedimientos específicos de preparación, dosificación, aplicación y neutralización.

2.6.2 *Discusión del objetivo específico 2*

El análisis del agua posterior al proceso de desinfección presentó un resultado de cloro libre residual no detectable y un pH de 5,70. El resultado de cloro residual indica que no se identificó una concentración medible en la muestra analizada mediante el método empleado. Sin embargo, este resultado corresponde a una muestra específica y no permite generalizar la ausencia de residuos químicos a todo el proceso.

Por otra parte, el análisis de composición proximal de Artemia permitió establecer una referencia de calidad de la muestra, con un contenido de proteína de 24,35 %, humedad de 68,59 %, cenizas de 2,14 %, materia grasa de 4,59 % y carbohidratos de 0,33 %.

En consecuencia, los resultados de laboratorio permiten establecer una línea base para futuros controles, pero no deben interpretarse como una cuantificación completa de todos los posibles contaminantes químicos utilizados durante el proceso.

2.6.3 *Discusión del objetivo específico 3*

Los resultados de la encuesta evidenciaron que el personal consultado posee conocimiento previo sobre los productos desinfectantes y la bioseguridad; sin embargo, también se identificaron oportunidades de mejora. El 25 % de los trabajadores calificó su conocimiento sobre desinfección entre medio y muy bajo, el 25 % manifestó utilizar los equipos de protección personal solamente algunas veces y otro 25 % indicó no tener claridad sobre los posibles efectos de los productos químicos sobre el agua o los organismos.

El 87,5 % manifestó disposición para recibir capacitación adicional. Estos resultados muestran que la capacitación continua y la supervisión constituyen elementos importantes para fortalecer el control operativo.

2.6.4 Discusión del objetivo específico 4

Los resultados obtenidos permiten sustentar la necesidad de una propuesta que no se limite a seleccionar productos químicos, sino que establezca controles sobre su preparación, aplicación, monitoreo y registro. Por esta razón, la propuesta incorpora programas de estandarización, procedimientos operativos estandarizados, monitoreo, capacitación y sistema de control.

Esta estructura coincide con el diseño ya planteado en la investigación, donde el POE contempla preparación de soluciones, verificación de concentraciones, aplicación, tiempo de contacto, enjuague, verificación de parámetros, registro y liberación del área.

Figura 2

Composición proximal de la artemia salina

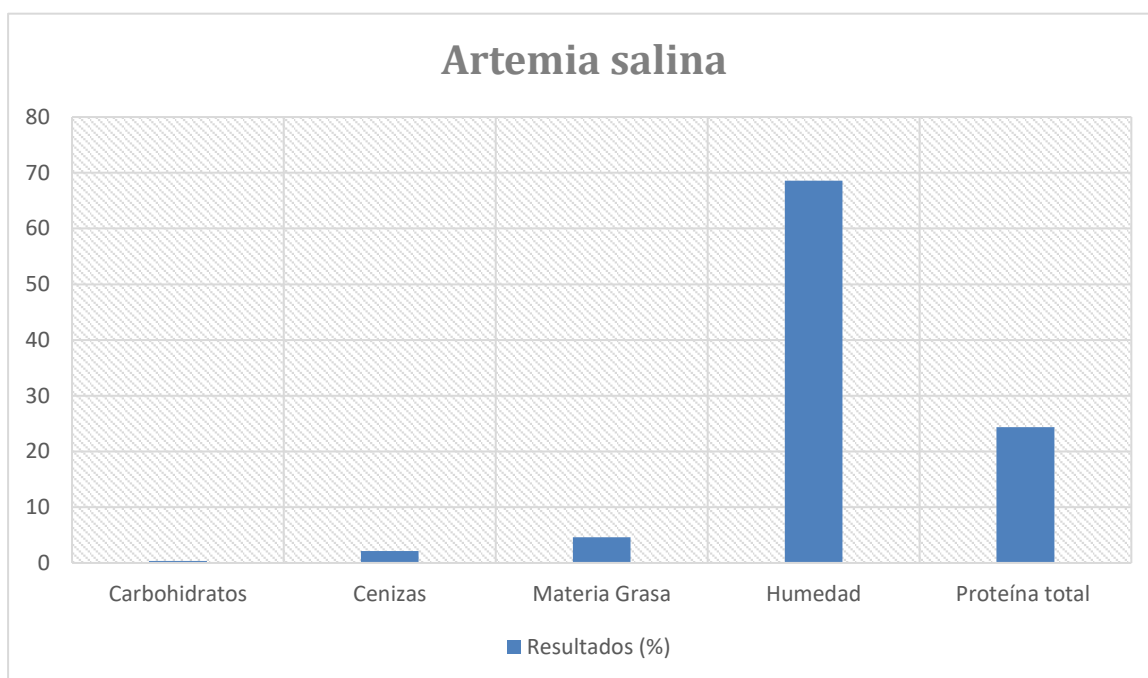


Tabla 14

Valor energético

Parámetros	Método de análisis	Unidad	Resultado
------------	--------------------	--------	-----------

Energía	Cálculo (AOAC)	kcal/100 g	140,03
---------	----------------	------------	--------

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados emitidos por el laboratorio CESECCA.

CAPÍTULO III: PROPUESTA DE MEJORA

3.1 Propuesta

Plan Integral de Gestión y Monitoreo de Productos Químicos para los procesos de desinfección del área de producción y descapsulación de Artemia en la empresa LARDEMA S.A.

3.2 Introducción de la propuesta

La calidad del cultivo que ya se había visto afectada por la proliferación de microorganismos, y esta situación evidenció la vulnerabilidad de un sistema que creía controlado, constituía lo que una actividad esencial dentro del proceso de producción de larvas de camarón lograba prevenir al materializarse, es decir, la desinfección que permitía controlar aquella proliferación y que requería una adecuada planificación, control y seguimiento para garantizar que las concentraciones utilizadas fueran efectivas y no representaran un riesgo para la producción, el personal ni el medio ambiente, uso de productos químicos que no obstante se evaluó durante la presente investigación.

La efectividad del enjuague realizado que ya se había demostrado al constatarse la ausencia de cloro libre residual detectable en el agua analizada después del proceso de desinfección, y este hallazgo generó una falsa sensación de seguridad que posteriormente se cuestionaría, constituía lo que los resultados obtenidos evidenciaban al materializarse, es

decir, oportunidades de mejora relacionadas con la estandarización de procedimientos, el control de las concentraciones preparadas, el registro de las actividades y el monitoreo periódico de los parámetros físico-químicos y de la composición de la Artemia que también se identificaron, productos químicos empleados en las actividades de desinfección del área de producción y descapsulación de Artemia que durante la presente investigación se evaluaron. La mejora continua del sistema de producción que ya se había visto comprometida por la falta de trazabilidad, y esta carencia reveló la fragilidad de un control operativo que antes parecía suficiente, constituía lo que un Plan Integral de Gestión y Monitoreo de Productos Químicos permitía fortalecer al materializarse, es decir, la contribución a aquella mejora continua y el fortalecimiento del control operativo que la implementación de dicho plan lograba, respuesta que en respuesta a estos hallazgos se proponía.

3.3 Justificación de la propuesta

Los resultados obtenidos evidenciaron la necesidad de fortalecer el control de los procesos de desinfección en LARDEMA S.A. Aunque el personal encuestado manifestó conocer los productos utilizados y haber recibido capacitación en bioseguridad, se identificaron oportunidades de mejora relacionadas con el nivel de conocimiento, el uso permanente de equipos de protección personal, la frecuencia de las actividades de limpieza y la necesidad de una supervisión técnica más constante.

Además, el 87,5 % de los trabajadores manifestó disposición para recibir capacitación adicional, mientras que la capacitación del personal y las mejoras en productos y equipos de limpieza fueron los aspectos señalados con mayor frecuencia como necesidades de mejora.

En consecuencia, se propone un Plan Integral de Gestión y Monitoreo de Productos Químicos orientado a estandarizar las actividades, fortalecer la trazabilidad y establecer mecanismos de seguimiento y mejora continua.

3.4 Objetivo de la propuesta

- Implementar un Plan Integral de Gestión y Monitoreo de Productos Químicos para optimizar los procesos de desinfección del área de producción y descapsulación de Artemia en LARDEMA S.A.

3.5 Objetivos específicos

- Estandarizar la preparación y aplicación de los productos químicos utilizados en la desinfección.
- Implementar procedimientos operativos estandarizados para las actividades de limpieza y desinfección.
- Establecer un programa de monitoreo periódico del agua y de la Artemia.
- Diseñar registros que permitan la trazabilidad de las actividades ejecutadas.
- Capacitar al personal sobre el manejo seguro de sustancias químicas.
- Implementar indicadores que permitan evaluar continuamente la eficacia del proceso.

3.6 Diagnóstico de la propuesta

De acuerdo con los resultados obtenidos durante la investigación, se identificaron las siguientes oportunidades de mejora

Tabla 15

Diagnóstico de la propuesta

Situación identificada	Evidencia	Propuesta
------------------------	-----------	-----------

No existen registros estandarizados de preparación de soluciones químicas	Variabilidad en la preparación de productos	Implementar formatos de control
No se controla periódicamente la concentración de los productos preparados	Riesgo de sobre o subdosificación	Verificación periódica de concentraciones
El análisis del agua presentó cloro residual no detectable (ND) y pH de 5,70	El proceso elimina el cloro residual medible, pero requiere seguimiento continuo	Mantener monitoreo periódico del agua y ampliar el control a Artemia
No existen indicadores para evaluar la eficacia del proceso	No se mide el desempeño operativo	Implementar indicadores de gestión
Falta de seguimiento a la composición de la Artemia	No existe un programa periódico de análisis	Incorporar análisis físico-químicos trimestrales

3.7 Diseño de la propuesta

La bioseguridad, la inocuidad y la sostenibilidad en los sistemas acuícolas modernos que ya se habían visto fortalecidas, y esta convergencia de objetivos reveló la complejidad de un equilibrio que antes parecía simple, constituían lo que una herramienta técnica y operativa lograba al materializarse, es decir, la propuesta que en diseño integral se convertía

al incorporar la elaboración de fichas técnicas, hojas de seguridad y registros de aplicación que permitían documentar cada procedimiento y verificar su cumplimiento, éxito de un programa de bioseguridad que no solo del diseño técnico del protocolo sino también del nivel de compromiso del recurso humano dependía según WOAHA (2024) y FAO (2024), componente de capacitación técnica y monitoreo continuo destinado a formar al personal en el uso correcto de los agentes desinfectantes y en la evaluación de los parámetros de calidad del agua que finalmente el diseño incorporaba.

La huella ecológica del proceso que ya se había visto reducida y la sostenibilidad ambiental que se garantizaba, y esta reducción generó una expectativa de que la tecnología sola bastaría para la regeneración, constituían lo que un procedimiento alineado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 6 y 14 de las Naciones Unidas lograba al materializarse, es decir, la degradación de los restos de PAA y H_2O_2 que macrófitas acuáticas y microorganismos autótrofos capaces de realizarla permitían antes del vertido final del agua, sistema de fitodepuración mixotrófica basado en aquellos organismos que se proponía instalar, liberación de compuestos oxidantes en los ecosistemas circundantes que esta etapa indispensable evitaba según FAO (2020) y Silva-Acosta et al. (2021), aspecto frecuentemente omitido en los protocolos tradicionales que la neutralización y tratamiento de efluentes en la tercera fase comprendía.

La compatibilidad con organismos acuáticos que ya se había logrado garantizar y los riesgos de toxicidad residual que se minimizaban, y esta seguridad aparente ocultó la fragilidad de un equilibrio químico que demandaba vigilancia constante, constituían lo que la rápida degradación en agua y oxígeno de ambos agentes permitía al materializarse, es decir, la selección que se realizaba por aquella característica, niveles de oxígeno disuelto que además se incrementaban y desinfección del agua en sistemas cerrados para la que resultaba especialmente útil el H_2O_2 , concentración de 50–100 mg/L durante 45 minutos que

se recomendaba, bacterias y virus en superficies no porosas que se eliminaban con la concentración de 10–15 mg/L con un tiempo de exposición de 30 a 60 minutos que para el PAA se proponía, parámetros recomendados por Pedersen y Lazado (2020) y Liu et al. (2024) que en la segunda fase se establecían al aplicarse ácido peracético (PAA) y peróxido de hidrógeno (H_2O_2) en concentraciones controladas.

La persistencia de patógenos que ya se había facilitado y la efectividad del agente desinfectante que se reducía, y esta interdependencia reveló la insuficiencia de protocolos que ignoraban la preparación del medio, constituían lo que los residuos orgánicos lograban al materializarse, es decir, una etapa fundamental que el enjuague con agua a presión y el cepillado manual mediante la eliminación de materia orgánica adherida a tanques, bombas, filtros y tuberías constituía, conforme a lo descrito por FAO (2007) en el Manual de prácticas de criadero de *Penaeus monodon*, primera fase que en el diseño se planteaba y que tres fases operativas claramente definidas como (a) limpieza y preparación del sistema, (b) desinfección con agentes oxidantes biodegradables y (c) neutralización y gestión ambiental de efluentes componían.

La sanidad en acuicultura moderna y las necesidades actuales de sostenibilidad que ya se debían atender, y esta dualidad de exigencias transformó la planificación técnica en un ejercicio de negociación entre imperativos aparentemente contrapuestos, constituían lo que las recomendaciones oficiales de WOA (2009) y FAO (2024) adaptadas lograban al materializarse, es decir, principios de eficacia biocida, seguridad ocupacional y compatibilidad ambiental bajo los cuales los protocolos de desinfección debían definirse según World Organisation for Animal Health (WOAH, 2024), procedimientos estandarizados que aseguraran la bioseguridad y redujeran el impacto ecológico al establecerse mediante la integración de componentes científicos, operativos y ambientales, diseño aplicable a unidades de producción acuícola y hatcheries que manejan *Artemia* y

sistemas de recirculación de agua (RAS) en torno al cual la creación de un protocolo técnico de desinfección sostenible se estructuraba.

3.7.1 Programa 1. Estandarización de la preparación de productos químicos

El responsable del proceso que ya se había visto obligado a operar con criterios definidos, y esta formalización transformó una práctica antes intuitiva en procedimiento técnico, constituía lo que las fichas técnicas lograban al materializarse, es decir, el método de aplicación, el tiempo de contacto, la dosis y la concentración de preparación que en cada producto químico empleado en la desinfección se especificaban al elaborarse..

3.7.2 Programa 2. Procedimiento Operativo Estandarizado (POE)

Se establecerá un procedimiento que incluya:

- Preparación de soluciones.
- Verificación de concentraciones.
- Aplicación del desinfectante.
- Tiempo de contacto.
- Enjuague.
- Verificación de parámetros.
- Registro de la actividad.
- Liberación del área.

3.7.2 Programa 3. Programa de monitoreo

Tabla 16

Programa de monitoreo

Parámetro	Método	Frecuencia	Responsable
pH	Potenciométrico	Semanal	Laboratorio

Cloro libre residual	Espectrofotometría	Semanal	Laboratorio
Carbohidratos	Carbohidratos	Trimestral	Laboratorio
Energía	Energía	Trimestral	Laboratorio
Materia grasa	Materia grasa	Trimestral	Laboratorio
Materia grasa	Ceniza	Trimestral	Laboratorio
Humedad	Humedad	Trimestral	Laboratorio
Proteína total	Proteína total	Trimestral	Laboratorio

3.7.4 Programa 4. Capacitación

Los trabajadores recibirán capacitación sobre:

- Manejo seguro de sustancias químicas.
- Preparación correcta de soluciones.
- Uso de equipos de protección personal.
- Interpretación de hojas de seguridad.
- Procedimientos de respuesta ante derrames.

3.7.5 Programa 5. Sistema de control

Se implementarán formatos para registrar:

- Registro de preparación de soluciones químicas
- Registro de monitoreo de calidad del agua
- Registro de monitoreo de la composición de Artemia Responsable.
- Lista de verificación del proceso de desinfección Resultado del monitoreo de pH.

3.8 Cronograma

Tabla 17

Cronograma

Actividad	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4
Elaboración del POE	x			
Elaboración de registros	x			
Capacitación		x		
Implementación		x	x	
Monitoreo			x	
Evaluación				x

3.9 Indicadores

Tabla 18

Indicadores

Indicador	Fórmula	Meta
Cumplimiento del procedimiento	(Procesos ejecutados correctamente / Total de procesos) $\times$ 100	≥ 95 % 100 %
Preparación correcta de soluciones	(Preparaciones conformes / Total de preparaciones) $\times$ 100	No detectable (ND)
Cloro residual	Resultado de laboratorio	100 %
Cumplimiento del monitoreo	(Monitoreos realizados / Monitoreos programados) $\times$ 100	100 %
Personal capacitado	(Monitoreos realizados / Monitoreos programados) $\times$ 100	

Beneficios: La calidad de las larvas obtenidas que ya se había visto favorecida y la estabilidad del proceso productivo que se consolidaba, y esta dualidad de beneficios reveló

la interdependencia entre variables antes consideradas aisladas, constituía lo que un programa permanente de monitoreo permitía verificar al materializarse, es decir, la composición de la Artemia y la calidad del agua cuya verificación se posibilitaba, riesgos asociados al manejo de sustancias químicas que se disminuían y seguridad del personal que se mejoraba al contribuirse asimismo, toma de decisiones que se facilitaba mediante el uso de indicadores y registros, trazabilidad de las actividades ejecutadas que se fortalecía, variabilidad en la preparación de soluciones químicas que se reducía y control del proceso de desinfección que se mejoraba, beneficios que la implementación del plan permitiría alcanzar.

3.10 Metodología de implementación mediante el ciclo PHVA

El ciclo PHVA permitirá implementar la propuesta como un proceso de mejora continua. En la etapa de planificación se establecerán los procedimientos, concentraciones, registros e indicadores. En la etapa de ejecución se aplicarán los procedimientos establecidos. Posteriormente, se verificarán los registros y resultados obtenidos. Finalmente, se implementarán acciones correctivas y de mejora cuando se identifiquen desviaciones.

Tabla 19

Metodología de implementación mediante el ciclo PHVA

Etapas	Actividades	Responsables	Resultados
			Esperados

Planificar	Elaboración del POE, definición de concentraciones, diseño de registros e indicadores	efe de Producción y Responsable de Calidad	Procedimientos e indicadores establecidos
Hacer	Aplicación del procedimiento, preparación de soluciones, monitoreo y registros	Operadores de Producción	Ejecución estandarizada del proceso
Verificar	Revisión de registros, análisis de resultados de agua y Artemia, evaluación de indicadores	Responsable de Calidad	Identificación de desviaciones y cumplimiento del proceso
Actuar	Implementación de acciones correctivas, actualización de procedimientos y capacitación	Gerencia y Responsable de Calidad	Mejora continua del sistema de desinfección

La calidad del proceso productivo en LARDEMA S.A. que ya se había visto optimizada y la trazabilidad de las operaciones que se mejoraba, y esta dualidad de beneficios consolidó una gestión antes fragmentada, constituía lo que la reducción de la variabilidad en la preparación de los productos químicos lograba al materializarse, es decir,

la implementación de acciones de mejora continua, la generación de registros para la toma de decisiones, el monitoreo continuo de los parámetros físico-químicos del agua y de la composición de la Artemia, y la estandarización de procedimientos que el control del proceso de desinfección fortalecía, aplicación que el ciclo PHVA permitiría alcanzar.

La contribución a mejorar la gestión que ya se proyectaba como resultado de la implementación, y esta proyección generó una expectativa de transformación operativa que antes parecía inalcanzable, constituía lo que asimismo se lograba al materializarse, es decir, la optimización de la calidad del proceso productivo en LARDEMA S.A. que se alcanzaba cuando la trazabilidad de las operaciones se mejoraba, la variabilidad en la preparación de los productos químicos se reducía, y las acciones de mejora continua se implementaban mediante registros que facilitaban la toma de decisiones, monitoreo de parámetros físico-químicos y estandarización de procedimientos que el ciclo PHVA consolidaba.

3.11 Costo de Inversión

La optimización de los recursos financieros que ya se había proyectado mediante la adopción de materiales duraderos, agentes biodegradables y tecnologías de bajo consumo, y esta proyección generó una expectativa de sostenibilidad económica que antes parecía inalcanzable, constituía lo que la inversión propuesta buscaba al materializarse, es decir, los recursos destinados al manejo de residuos, monitoreo ambiental y entrenamiento técnico que los programas de bioseguridad acuícola debían considerar no solo junto con los costos de los desinfectantes según FAO (2020), disponibilidad de insumos, equipos de seguridad, infraestructura básica y capacitación del personal que garantizar la inversión inicial orientada a la implementación del protocolo de desinfección sostenible requería, lineamientos de sostenibilidad establecidos por World Organisation for Animal Health (WOAH, 2024) con los que en concordancia se operaba.

La estimación de costos que a continuación se presentaba, y esta formalización monetaria transformó un ejercicio técnico en objeto de decisión gerencial, constituía lo que para la ejecución del protocolo técnico de desinfección sostenible en una unidad acuícola de escala media con capacidad de 20 000 litros de agua se calculaba, valores promedio en dólares estadounidenses (USD) actualizados a 2025 que se consideraban al proyectarse una vigencia operativa de seis meses.

Tabla 20

Costo estimado de implementación del protocolo de desinfección sostenible en sistemas acuícolas

Categoría	Descripción	Cantidad	Costo unitario (USD)	Costo total (USD)
Desinfectantes sostenibles	Ácido peracético (PAA) grado técnico (20 L)	2 bidones	65	130
	Peróxido de hidrógeno (H ₂ O ₂) al 35 % (20 L)	2 bidones	48	96
Equipos y materiales	Bombas de presión, cepillos, mangueras industriales	1 set completo	150	150
	Recipientes plásticos para preparación de soluciones (50 L)	4 unidades	25	100
Protección personal	Guantes, mascarillas, gafas, botas y overoles impermeables	5 kits	35	175
Capacitación técnica	Taller de bioseguridad y manejo de desinfectantes (FAO/WOAH adaptado)	1 sesión (10 personas)	120	120
Monitoreo y control ambiental	Kit multiparamétrico para análisis de pH, OD y ORP	1 equipo	180	180

Documentación y registros	Fichas técnicas, hojas de seguridad, registros de limpieza	1 paquete	40	40
TOTAL ESTIMADO				1 241,00 USD

Nota. Elaboración propia con base en los valores técnicos promedios propuestos por la FAO (2020) y WOAAH (2024).

La eficacia, seguridad y sostenibilidad del protocolo de desinfección propuesto que ya se habían visto aseguradas mediante una distribución estratégica, y esta racionalización económica transformó una inversión en garantía de retorno, constituían lo que un monto razonable que la inversión total proyectada de 1 241,00 USD representaba al materializarse, es decir, la probabilidad de fallas operativas que se disminuía y la correcta aplicación de los procedimientos que la capacitación técnica garantizaba según FAO (2020), ahorro progresivo en consumo hídrico y energético que se generaba al reducirse la necesidad de recambios constantes de agua, tratamiento de los efluentes que no solo se lograba sino que también se potenciaba mediante la inclusión de un sistema de fitodepuración mixotrófica tal como Silva-Acosta et al. (2021) sugerían, reducción de riesgos ambientales, sostenibilidad e inocuidad que beneficios significativos en términos de ofrecían los desinfectantes sostenibles como el ácido peracético y el peróxido de hidrógeno, aunque ligeramente más costosos que los compuestos clorados tradicionales, productividad del cultivo que se mejoraba y pérdidas por enfermedades infecciosas que se reducían al contribuir la inversión inicial en protocolos de bioseguridad a aquellos fines, costo recuperable a corto plazo que según WOAAH (2024) y FAO (2024) tal inversión representaba.

La estimación de costos que a continuación se presentaba, y esta formalización monetaria transformó un ejercicio técnico en objeto de decisión gerencial, constituía lo que para la ejecución del protocolo técnico de desinfección sostenible en una unidad acuícola de

escala media con capacidad de 20 000 litros de agua se calculaba, valores promedio en dólares estadounidenses (USD) actualizados a 2025 que se consideraban al proyectarse una vigencia operativa de seis meses.

La optimización de los recursos financieros que ya se había proyectado mediante la adopción de materiales duraderos, agentes biodegradables y tecnologías de bajo consumo, y esta proyección generó una expectativa de sostenibilidad económica que antes parecía inalcanzable, constituía lo que la inversión propuesta buscaba al materializarse, es decir, los recursos destinados al manejo de residuos, monitoreo ambiental y entrenamiento técnico que los programas de bioseguridad acuícola debían considerar no solo junto con los costos de los desinfectantes según FAO (2020), disponibilidad de insumos, equipos de seguridad, infraestructura básica y capacitación del personal que garantizar la inversión inicial orientada a la implementación del protocolo de desinfección sostenible requería, lineamientos de sostenibilidad establecidos por World Organisation for Animal Health (WOAH, 2024) con los que en concordancia se operaba.

CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Se identificaron los productos químicos utilizados en los procesos de desinfección y descapsulación de Artemia en LARDEMA S.A., evidenciándose la necesidad de mantener controles sobre su recepción, almacenamiento, preparación, aplicación, neutralización y registro, con el propósito de fortalecer la trazabilidad y seguridad del proceso..
- La evaluación del agua posterior al proceso de desinfección presentó un resultado de cloro libre residual no detectable (ND) y un pH de 5,70. Este resultado indica que, en la muestra analizada y mediante el método aplicado, no se identificó una concentración medible de cloro libre residual.
- El análisis de la muestra de Artemia permitió establecer una composición proximal de 24,35 % de proteína, 68,59 % de humedad, 2,14 % de cenizas, 4,59 % de materia grasa y 0,33 % de carbohidratos, además de un aporte energético de 140,03 kcal/100 g. Estos resultados constituyen una referencia para futuros controles de calidad de la muestra.
- La encuesta aplicada a 8 trabajadores permitió identificar fortalezas y oportunidades de mejora en las prácticas de bioseguridad. Si bien el 100 % manifestó haber recibido capacitación sobre bioseguridad y conocer los desinfectantes utilizados, se identificó que el 25 % presenta niveles de conocimiento entre medio y muy bajo, el 25 % utiliza los equipos de protección personal solamente algunas veces y el 25 % no tiene claridad sobre los posibles efectos de los productos químicos. Asimismo, el 87,5 % manifestó disposición para recibir capacitación adicional.

- A partir de los resultados obtenidos se diseñó un Plan Integral de Gestión y Monitoreo de Productos Químicos compuesto por programas de estandarización, procedimientos operativos estandarizados, monitoreo, capacitación y sistema de control, cuya implementación se plantea mediante el ciclo PHVA para favorecer la mejora continua del proceso de desinfección.

4.2 Recomendaciones

- Implementar procedimientos operativos estandarizados para las actividades de preparación, aplicación, tiempo de contacto, enjuague, neutralización y liberación de las áreas sometidas a desinfección.
- . Mantener registros de trazabilidad de los productos químicos utilizados, incluyendo fecha, producto, concentración, responsable, área intervenida y resultado de la verificación.
- Fortalecer la capacitación periódica del personal sobre manejo seguro de sustancias químicas, preparación de soluciones, uso de equipos de protección personal y respuesta ante derrames.

- Establecer un programa de monitoreo periódico de los parámetros físico-químicos del agua y de la composición de Artemia, utilizando los resultados como referencia para detectar posibles desviaciones del proceso.
- Implementar el ciclo PHVA para revisar periódicamente el cumplimiento de los procedimientos, identificar desviaciones y establecer acciones correctivas y de mejora.

Bibliografía

- Demarco, M., Gasparin, B. R., Vizzotto, A., Alves, H., Restello, R. M., Cansian, R. L., & Mielniczki-Pereira, A. A. (2022). Study of pesticides effects on *Artemia salina* (Leach, 1819) survival and morphology. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 44, e61715. <https://doi.org/10.4025/actascibiols.v44i1.61715> Enlace de descarga: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=187174530051>
- Deswati, Syafrizayanti, Tetra, O. N., Noval, K. P., & Putra, A. (2025). Study on the dynamics of microplastics in the biofloc system for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) aquaculture. *Journal of Ecological Engineering*, 26(5), 273–287. Enlace de descarga: <https://doi.org/10.12911/22998993/201204>
- Chowdhury, R., Bhattacharjee, H., & Angell, C. (1993). A manual for operating a small-scale recirculation freshwater prawn hatchery (BOBP/MAG/13). Bay of Bengal Programme (FAO). <https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/bobp/cd1/Bobp/Publns/MAG/013.pdf>
- Lu, Z., Wang, J., Jiang, D., Wang, Y., & Jiang, H. G. (2025). A practical and effective *Artemia* hatching method to eliminate covert mortality nodavirus (CMNV). *Aquaculture Journal*, 5(1), 5. <https://doi.org/10.3390/aquacj5010005> Enlace de descarga: <https://www.mdpi.com/2673-9496/5/1/5>
- FAO. (2020, abril). FAO Aquaculture Newsletter (FAN), No. 61. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Enlace de descarga: <https://www.fao.org/publications>

- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2007). Improving *Penaeus monodon* hatchery practices: Manual based on experience in India (FAO Fisheries Technical Paper No. 446). FAO. <https://www.fao.org/4/a1152e/a1152e.pdf>
- Gómez-Gil, B., Abreu-Grobois, F. A., Romero-Jarero, J., & de los Herrera-Vega, M. (1994). Chemical disinfection of *Artemia nauplii*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 25(4), 533–538.
- Hnath, J. G. (s. f.). Hatchery disinfection and disposal of infected stocks (Cap. 14). Michigan Department of Natural Resources. (Capítulo técnico reproducido en compilación de desinfección de criaderos).
- Menezes, A., Murekezi, P., Martone, E., Badiane, A. A., & Mulonda, B. K. (2022). Training curriculum and practical manual on sustainable aquaculture. Roma: FAO. <https://doi.org/10.4060/cc0188en> Enlace de descarga: <https://doi.org/10.4060/cc0188en>
- United States Department of Agriculture, Animal and Plant Health Inspection Service (USDA-APHIS). (2014). FAD PReP/NAHEMS Guidelines: Cleaning and Disinfection. USDA-APHIS. Enlace de descarga: <http://www.aphis.usda.gov/fadprep>
- Silva-Acosta, J., Canales Valenzuela, C., & Rodríguez Leal, S. (2021). Fitodepuración mixotrófica en sistemas de recirculación acuícola (RAS) para el manejo sustentable de nutrientes contaminantes. *AquaTechnica*, 3(1), 37–54. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5196173> Enlace de descarga (versión Dialnet/Revista): <https://doi.org/10.5281/zenodo.5196173>
- WOAH/OIE. (2009). Methods for disinfection of aquaculture establishments (Chapter 1.1.3). En *Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animals 2009*. WOAHO/OIE. Enlace de descarga (edición 2009):

https://www.woah.org/fileadmin/Home/eng/Health_standards/aahm/2009/1.1.3_DI_SINFECTON.pdf

Treece, G. D. (2000). *Artemia production for marine larval fish culture* (SRAC Publication No. 702). Southern Regional Aquaculture Center. Enlace de descarga: https://hatcheryfm.com/documents/20/1325052010_2.pdf

De Marco, M., Gasparin, B. R., Vizzotto, A., Alves, H., Restello, R. M., Cansian, R. L., & Mielniczki-Pereira, A. A. (2022). Study of pesticides effects on *Artemia salina* (Leach, 1819) survival and morphology. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 44, e61715. <https://doi.org/10.4025/actascibiolsoci.v44i1.61715> Enlace de descarga (Redalyc): <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=187174530051>

FAO. (2007). *Improving Penaeus monodon hatchery practices: Manual based on experience in India* (FAO Fisheries Technical Paper No. 446). FAO. Enlace de descarga (PDF completo): <https://www.fao.org/4/a1152e/a1152e.pdf>

FAO. (2007). *Improving Penaeus monodon hatchery practices* (edición web por capítulos). FAO. Enlace de consulta: <https://www.fao.org/4/a1152e/a1152e00.htm>

Chowdhury, R., Bhattacharjee, H., & Angell, C. (1993). *A manual for operating a small-scale recirculation freshwater prawn hatchery* (BOBP/MAG/13). Bay of Bengal Programme / FAO. Enlace de descarga: <https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/bobp/cd1/Bobp/Publns/MAG/013.pdf>

Fraser, D. I., Munro, P. D., & Smail, D. A. (2006). *Disinfection guide* (Version IV): Practical steps to prevent the introduction and minimise transmission of diseases of fish (FRS Internal Report No. 13/06). Fisheries Research Services, Marine Directorate.

World Organisation for Animal Health (WOAH). (2024). *Aquatic Animal Health Code* (26th ed.). Enlace de descarga: <https://www.woah.org>

- Van Stappen, G., Sorgeloos, P., & Rombaut, G. (Eds.). (2024). Manual on Artemia production and use (FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 702). FAO. Enlace de descarga (DOI): <https://doi.org/10.4060/cd0313en>
- Maine Department of Inland Fisheries & Wildlife. (2009, 26 de marzo). Draft Chapter 11: Disinfection Policy & Procedures.
- Bögner, D., Bögner, M., Schmachtl, F., Bill, N., Halfer, J., & Slater, M. J. (2021). Hydrogen peroxide oxygenation and disinfection capacity in recirculating aquaculture systems. *Aquacultural Engineering*, 92, 102140. Enlace de descarga (DOI): <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2020.102140>
- Lusher, A. L., Hollman, P. C. H., & Mendoza-Hill, J. J. (2017). Microplastics in fisheries and aquaculture: Status of knowledge on their occurrence and implications for aquatic organisms and food safety (FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 615). FAO. Enlace de descarga: <https://www.fao.org/publications>
- Rahnama, R., Tulaby Dezfuly, Z., & Alishahi, M. (2018). Acute toxicity of herbicides on the survival of adult shrimp, *Artemia franciscana*. *Iranian Journal of Toxicology*, 12(6), 45–51.
- Støttrup, J. G., & McEvoy, L. A. (Eds.). (2003). Appendix II: Decapsulation procedure for Artemia cysts. En *Live Feeds in Marine Aquaculture*. Blackwell Science Ltd.
- Giamaki, D., Dindini, K., Samanidou, V. F., & Touraki, M. (2022). Simultaneous quantification of bisphenol-A and 4-tert-octylphenol in the live aquaculture feed *Artemia franciscana* and in its culture medium using HPLC-DAD. *Methods and Protocols*, 5(3), 38. Enlace de descarga (DOI): <https://doi.org/10.3390/mps5030038>
- Jonsson, C. M., Moura e Silva, M. S. G., de Macedo, V. S., Dantzger, D. D., Vallim, J. H., Marigo, A. L. S., & Aoyama, H. (2015). Prediction of a low-risk concentration of

- diflubenzuron to aquatic organisms and evaluation of clay and gravel in reducing the toxicity. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 10(4), 259–272_.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2007). Improving *Penaeus monodon* hatchery practices: Manual based on experience in India. FAO.
- Pedersen, L.-F., & Pedersen, P. B. (2012). Hydrogen peroxide application to a commercial recirculating aquaculture system. *Aquacultural Engineering*, 46, 40–46. Enlace de descarga: <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2011.11.001>
- Liu, D., Behrens, S., Pedersen, L.-F., Straus, D. L., & Meinelt, T. (2016). Peracetic acid is a suitable disinfectant for recirculating fish–microalgae integrated multi-trophic aquaculture systems. *Aquaculture Reports*, 4, 136–142. Enlace de descarga: <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2016.09.002>
- Pedersen, L.-F., & Lazado, C. C. (2020). Decay of peracetic acid in seawater and implications for its chemotherapeutic potential in aquaculture. *Aquaculture Environment Interactions*, 12, 153–165. <https://doi.org/10.3354/aei00354>
- Liu, D., Straus, D. L., Pedersen, L.-F., Good, C., Lazado, C. C., & Meinelt, T. (2024). Towards sustainable water disinfection with peracetic acid in aquaculture: A review. *Reviews in Aquaculture*, Advance online publication. <https://doi.org/10.1111/raq.12915> Enlace de descarga: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/raq.12915>
- Fred-Ahmadu, O. H., Ahmadu, F. O., Adedapo, A. E., Oghenovo, I., Ogunmodede, O. T., & Benson, N. U. (2024). Microplastics and chemical contamination in aquaculture ecosystems: The role of climate change and implications for food safety—A review. *Environmental Sciences Europe*, Enlace de descarga: <https://doi.org/10.1186/s12302-024-00995-6>

- Moretti, A., Pedini Fernandez-Criado, M., Cittolin, G., & Guidastri, R. (1999). Manual on hatchery production of seabass and gilthead seabream. Volume 1. FAO. Enlace de descarga: <https://www.fao.org/3/x3980e/x3980e00.htm>
- Qi, W., Aalto, S. L., Skov, P. V., de Jesus Gregersen, K. J., & Pedersen, L.-F. (2025). Diverse reactions of aquaculture biofilter biofilms following acute high-dose peracetic acid. *Biofilm*, 9, 100277. <https://doi.org/10.1016/j.bioflm.2025.100277> DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bioflm.2025.100277>
- Rahman, M., & Sorgeloos, P. (2022). A training manual on Artemia cyst hatching and decapsulation (Manual). WorldFish / Ghent University. Enlace de descarga: https://www.researchgate.net/publication/366714447_A_training_manual_on_Artemia_cyst_hatching_and_decapsulation
- World Organisation for Animal Health (WOAH). (2024, 2 de julio). Chapter 4.4. Disinfection of aquaculture establishments and equipment. En Aquatic Animal Health Code. WOAH. Enlace de descarga: <https://www.woah.org/en/what-we-do/standards/codes-and-manuals/aquatic-code/> (cap. 4.4 PDF)
- Treece, G. D. (2000). Artemia production for marine larval fish culture (SRAC Publication No. 702). Southern Regional Aquaculture Center (Sea Grant – Texas A&M University). https://hatcheryfm.com/documents/20/1325052010_2.pdf
- World Organisation for Animal Health (OIE/WOAH). (2009). Methods for disinfection of aquaculture establishments (Chapter 1.1.3). En Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animals 2009. OIE/WOAH. https://www.woah.org/fileadmin/Home/eng/Health_standards/aahm/2009/1.1.3_DISINFECTION.pdf

Anexos

Anexo 1 Encuesta: “Percepción y manejo de contaminantes en la producción acuícola”

Bloque 1. Datos generales

1. Edad: _____
2. Sexo: ☐ Masculino ☐ Femenino ☐ Prefiere no responder
3. Cargo actual: _____
4. Años de experiencia laboral en el área: _____

Bloque 2. Conocimiento sobre bioseguridad y contaminación

5. ¿Ha recibido capacitación formal sobre bioseguridad acuícola?

☐ Sí ☐ No

6. ¿Conoce los tipos de desinfectantes utilizados actualmente en la empresa?

☐ Sí ☐ No ☐ Parcialmente

7. En una escala del 1 al 5, ¿cómo evaluaría su nivel de conocimiento sobre la desinfección de equipos e instalaciones?

☐ 1 Muy bajo ☐ 2 Bajo ☐ 3 Medio ☐ 4 Alto ☐ 5 Muy alto

8. ¿Conoce los efectos ambientales que pueden generar los desinfectantes tradicionales (cloro, yodo, amonios)?

☐ Sí ☐ No

Bloque 3. Prácticas operativas y manejo de contaminantes

9. ¿Cada cuánto se realizan las tareas de limpieza y desinfección en su área de trabajo?

☐ Diariamente ☐ Semanalmente ☐ Mensualmente ☐ No se realiza

10. ¿Cuenta con equipo de protección personal durante los procedimientos de desinfección?

☐ Siempre ☐ A veces ☐ Nunca

11. ¿Ha notado presencia de residuos o malos olores tras la desinfección?

☐ Sí ☐ No ☐ Ocasionalmente

12. ¿Cree que los productos químicos empleados afectan la calidad del agua o el bienestar de los organismos cultivados?

☐ Sí ☐ No ☐ No lo sé

Bloque 4. Percepción y sugerencias

13. ¿Considera necesario implementar un protocolo de desinfección más ecológico y sostenible?

☐ Sí ☐ No ☐ Indiferente

14. ¿Estaría dispuesto a recibir capacitación sobre el uso de desinfectantes sostenibles?

☐ Sí ☐ No

15. ¿Qué aspectos considera más importantes para mejorar la bioseguridad en su área de trabajo?

- ☐ Capacitación del personal
- ☐ Mejoras en los productos y equipos de limpieza
- ☐ Supervisión técnica más constante
- ☐ Reducción del impacto ambiental

16. ¿Desea agregar alguna observación o recomendación sobre los procesos actuales?

Anexo 2

Respuesta a las preguntas de la encuesta

N ^o	Edad	Sexo	Cargo	Experiencia	P5 Capacitación	P6 Conoce desinfectantes	P7 Nivel conocimiento	P8 Efectos ambientales	P9 Frecuencia limpieza	P10 EPP	P11 Residuos/olores	P12 Afecta agua/organismos	P13 Protocolo ecológico	P14 Capacitación	P15 Aspectos prioritarios
1	22	Masculino	Operario parametrista	2 años	Sí	Sí	5 Muy alto	Sí	Diariamente	A veces	No	No	Sí	Sí	Supervisión técnica más constante
2	18	Masculino	Operario	7 meses	Sí	Sí	3 Medio	No lo sé	Mensualmente	Siempre	No	No lo sé	Sí	Sí	Capacitación del personal
3	35	Masculino	Operario	3 años	Sí	Sí	4 Alto	Sí	Diariamente	A veces	Ocasionalmente	No lo sé	Sí	Sí	Mejoras en productos y equipos
4	22	Masculino	Operador	4 años	Sí	Sí	5 Muy alto	Sí	Semanalmente	Siempre	No	No	Sí	Sí	Capacitación del personal
5	24	Masculino	Técnico	3 años	Sí	Sí	5 Muy alto	Sí	Diariamente	Siempre	Sí	Sí	Sí	Sí	Mejoras en productos y equipos
6	29	Masculino	Operario	10 años	Sí	Sí	1 Muy bajo	No	Diariamente	Siempre	No	No	Tal vez	Tal vez	Supervisión técnica más constante
7	25	Masculino	Operador	3 años	Sí	Sí	5 Muy alto	Sí	Semanalmente	Siempre	No	No	Sí	Sí	Mejoras en productos y equipos
8	26	Masculino	Operador	4 años	Sí	Sí	5 Muy alto	Sí	Semanalmente	Siempre	No	No	Sí	Sí	Capacitación del personal

Nota. Elaboración propia

Anexo 3

Análisis de Resultados

Análisis de resultados de la encuesta aplicada a los operarios

Los resultados obtenidos a partir de la encuesta aplicada a los operarios de la empresa evidencian una percepción significativa sobre los impactos ambientales asociados al uso de desinfectantes tradicionales en los procesos productivos acuícolas. En relación con la pregunta 8, el 75 % de los encuestados manifestó conocer los efectos ambientales que pueden generar productos como el cloro, el yodo y los amonios, mientras que un 12,5 % indicó no tener claridad al respecto y otro 12,5 % señaló desconocer dichos efectos. Estos resultados reflejan que, si bien existe un nivel considerable de conciencia ambiental entre el personal operativo, aún persisten brechas de conocimiento que pueden ser abordadas mediante procesos de capacitación técnica continua.

En cuanto a la percepción sobre la necesidad de implementar un protocolo de desinfección más ecológico y sostenible (pregunta 13), los resultados muestran una tendencia claramente favorable, ya que el 87,5 % de los operarios considera necesaria dicha implementación, frente a un 12,5 % que expresó una posición de indecisión. Esta alta aceptación evidencia una disposición positiva del personal hacia la adopción de prácticas más responsables con el medio ambiente, lo que fortalece la viabilidad técnica y operativa de la propuesta de mejora planteada en esta investigación.

El análisis conjunto de estos resultados permite inferir que los operarios no solo reconocen los posibles impactos negativos de los desinfectantes convencionales, sino que también muestran apertura hacia la incorporación de alternativas sostenibles.

Esta percepción es coherente con el nivel de conocimiento previamente identificado en la encuesta y con la experiencia laboral de los participantes, lo cual refuerza la importancia de integrar al recurso humano dentro de los procesos de mejora en bioseguridad acuícola.

En síntesis, los resultados obtenidos respaldan la necesidad de fortalecer los protocolos de desinfección mediante el uso de productos ecológicos y sostenibles, así como de implementar programas de capacitación que permitan reducir los riesgos ambientales y sanitarios asociados a las prácticas actuales. Estos hallazgos justifican plenamente el diseño y aplicación de la propuesta de mejora desarrollada en el Capítulo III de la presente investigación.

Anexo 4

Formato 1. Registro de preparación de soluciones químicas

Código: F-PQ-001

Proceso: Preparación de soluciones químicas para desinfección

Fecha	Hora	Producto químico	Concentración requerida	Cantidad preparada	Responsable	Observaciones	Firma

Objetivo: Registrar la preparación de las soluciones químicas utilizadas durante el proceso de desinfección, garantizando la trazabilidad y el cumplimiento de las concentraciones establecidas.

Anexo 5

Formato 2. Registro de monitoreo de calidad del agua

Código: F-MA-001

Proceso: Monitoreo de parámetros físico-químicos

Fecha	Área	pH	Cloro residual (mg/L)	(mg/L) Temperatura (°C)	Responsable	Observaciones

Objetivo: Verificar periódicamente los parámetros físico-químicos del agua utilizada después del proceso de desinfección para asegurar que se mantengan dentro de los valores esperados.

Anexo 6

Formato 3. Registro de monitoreo de la composición de Artemia

Código: F-MA-002

Proceso: Seguimiento de la composición proximal de Artemia

Fecha	Lote	Proteína (%)	Humedad (%)	Cenizas (%)	Materia grasa	Cenizas (%)	Carbohidratos (%)	Responsable

Objetivo: Registrar los resultados de los análisis de laboratorio de la composición proximal de Artemia para verificar la estabilidad de su calidad durante el proceso productivo.

Anexo 7

Formato 4. Lista de verificación del proceso de desinfección

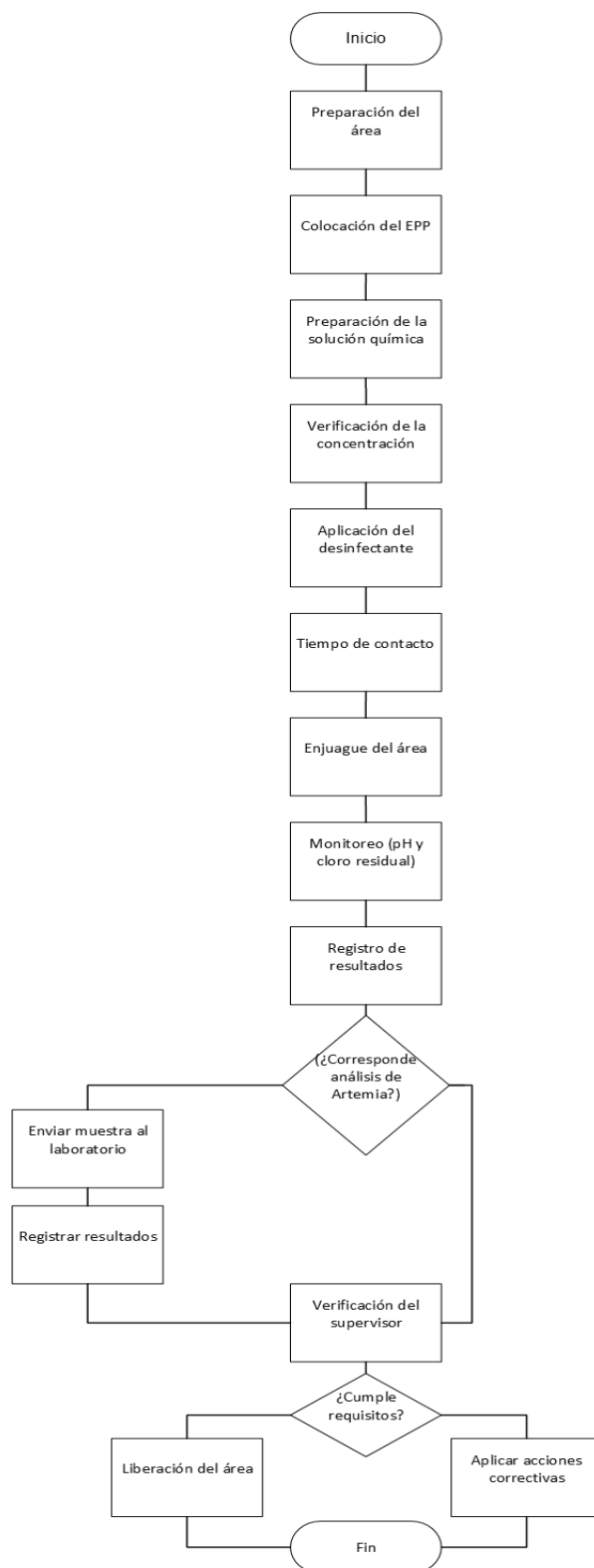
Código: F-D-001

Proceso: Control del procedimiento de desinfección

Actividad	Si	No	Observaciones
Uso de equipo de protección personal	☐	☐	
Preparación correcta de la solución química	☐	☐	
Concentración verificada	☐	☐	
Tiempo de contacto cumplido	☐	☐	
Enjuague realizado correctamente	☐	☐	
Medición de pH realizada	☐	☐	
Medición de cloro residual realizada	☐	☐	
Registro completado	☐	☐	

Responsable: _____

Fecha: _____ Firma: _____

Anexo 8*Diagrama de proceso*

Anexo 9

Proceso de descapsulacion de artemia

*Ilustración 1 Pesaje de artemia**Ilustración 2 Hidratación de artemia*



Ilustración 3 Preparacion del hipoclorito de sodio



Ilustración 4 Preparación del hipoclorito de sodio



Ilustración 5 Homogenizamos la mezcla



Ilustración 6 Se mezcla la artemia con la solución



Ilustración 7 Se mezcla hasta que se obtenga una reacción endotermica





Ilustración 8 Se baja la temperatura con agua



Ilustración 9 Se lava la artemia



Ilustración 10 Artemia descapsulada lista para sembrar en conos con agua salada para su producción

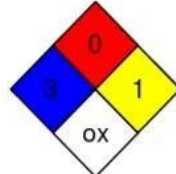
Anexo 9

Ficha de seguridad Hipoclorito de sodio al 10%



HOJA DE SEGURIDAD

HIPOCLORITO DE SODIO 10%

NOMBRE DE LA EMPRESA: QUÍMICA MAVAR S.A.			
FECHA DE REVISIÓN: 4 de septiembre de 2009			
1. DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE DE LA SUSTANCIA QUÍMICA			
1.- NOMBRE DEL FABRICANTE O IMPORTADOR: Química Mavar S.A.		2.- EN CASO DE EMERGENCIA COMUNICARSE A: +56 2 623 6363	
3.- DOMICILIO COMPLETO			
CALLE: EL TRABAJO	No. 2610	COMUNA: CONCHALI	CIUDAD: SANTIAGO
2. DATOS GENERALES DE LA SUSTANCIA QUÍMICA			
1. NOMBRE COMERCIAL: Hipoclorito de Sodio.		2. NOMBRE QUÍMICO: Hipoclorito de Sodio.	
3. PESO MOLECULAR: 74.45 g/mol		4. FAMILIA QUÍMICA: Sales del ácido hipocloroso.	
5. SINÓNIMOS: Blanqueador de soda.		6. FORMULA QUÍMICA: NaOCl	
3. COMPONENTES RIESGOSOS			
1.- % COMPONENTES: Hipoclorito de sodio 10%	2.- Nº CAS: 7681-52-9	3.- Nº UN: 1791	4.- CANCERIGENOS O TERATOGENICOS: NO
5.- MÁXIMO PERMISIBLE DE CONCENTRACIÓN: N.D.	6.- IDLH/IPVS (ppm) N.D.	7.- GRADO DE RIESGO	
		7.1 SALUD 3	7.2 INFLAMABILIDAD 0
 TRANSPORTE	 ENVASE	 ALMACENAMIENTO	

Anexo 10

Ficha de seguridad hidróxido de sodio (NaOH)



HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

MSDS Número: 032

1. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO QUÍMICO Y LA EMPRESA

NOMBRE DEL PRODUCTO: DESINFECTANTE DE SUPERFICIES CON AMONIO CUATERNARIO LISTO PARA USAR
NOTIFICACIÓN SANITARIA (NSO): NSOH40325-20EC
APLICACIÓN DEL PRODUCTO: PRODUCTO PARA LA DESINFECCIÓN DE SUPERFICIES.
NOMBRE DEL FABRICANTE: UNILIMPIO S.A.
DIRECCIÓN: DE LOS EUCALIPTOS E1-140 Y PASAJE JUNCOS
TELÉFONO: 1800-UNILIM (1800-86 45 46)
CORREO ELECTRÓNICO: info@unilimpio.com

TELÉFONO EN CASO DE EMERGENCIA:



2. COMPOSICIÓN: INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES

INGREDIENTE ACTIVO	%	CAS
Amonios cuaternarios	$\geq 0.1 \leq 0.3$	68424-85-1

3. IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS

3.1. DIAMANTE DE MATERIALES PELIGROSOS SEGÚN NFPA 704

TIPO DE RIESGO	RIESGO A LA SALUD		RIESGO DE INFLAMABILIDAD		RIESGO DE REACTIVIDAD		RIESGO ESPECIAL	
CARACTERIZACIÓN	0	Sin riesgo	0	No se inflama	0	Estable	W	No usar agua
	1	Poco peligroso	1	Inflamable sobre los 93°C	1	Inestable si se calienta	ALC	Alcalino
	2	Peligroso	2	Inflamable debajo de 93°C	2	Inestable en caso de cambio químico violento	CORR	Corrosivo
	3	Extremadamente peligroso	3	Inflamable debajo de 37°C	3	Puede explotar en caso de choque o calentamiento	ACID	Ácido



*La información anterior está basada en el ingrediente activo en su pureza máxima

Anexo 11

Acido Peracético

	Cód.: SGI-C-FS0604	Versión: 7
	FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD ÁCIDO PERACÉTICO DESINFECTANTE	Fecha: Jun 2019
		Página 1 de 8

1. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO

IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO	Ácido Peracético Desinfectante 
REGISTRO INVIMA	 NSOH04430-15CO
DATOS DEL PROVEEDOR FABRICANTE:	VARQUIMICA S.A.S Carrera 73 N° 27-14, 27-22 Belén Granada- Medellín (Antioquia) Teléfono: (4) 448 58 25. www.varquimica.com
DESCRIPCIÓN	Solución acuosa de ácido peracético estabilizado al 8% como ingrediente activo. Desinfectante para ser usado en lavado de frutas y hortalizas, fabricas, plantas de alimentos y bebidas.
NÚMERO DE TELÉFONO PARA EMERGENCIA	Teléfono: (4) 448 58 25 Horario de atención: Lunes a viernes (7:30 am- 5:00). Y sábados (8:00 am- 11:45)

2. IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO

Clasificación de la sustancia según SGA

H290 - Puede ser corrosivo para metales.
 H312 - Nocivo por contacto con la piel.
 H314 - Provoca graves quemadura en la piel y lesiones oculares.

Elementos de la etiqueta del SGA




Palabra de Advertencia
 PELIGRO

Indicaciones de peligro

H290 - Puede ser corrosivo para metales.
 H305 - Puede ser nocivo en caso de ingestión y de penetración en las vías respiratorias
 H314 - Provoca graves quemadura en la piel y lesiones oculares.
 H400 - Muy tóxico para los organismos acuáticos.

Consejos de Prudencia
 P201 - Procurar las instrucciones antes del uso.

Varquimica S.A.S. Carrera 73 No 27-14, 27-22 - Medellín-Colombia, PBX: (4) 4485825
 Email: info@varquimica.com, www.varquimica.com

Anexo 12

Análisis del laboratorio CE.SE.C.CA



LABORATORIO CE.SE.C.CA

INFORME DE LABORATORIO

IE/CESECCA/67677

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

CLIENTE: URETA DE LA CRUZ ANTHONY VICENTE
ATENCIÓN: URETA DE LA CRUZ ANTHONY VICENTE
DIRECCIÓN: VÍA MANTA - ROCAFUERTE
ESPECIE: N/A.
TIPO ENVASE: ENVASE PLASTICO.
No. CAJAS: N/A.
UNIDADES/PESO: 1MUESTRA(2UNIDAD DE 100GR)
MARCA: N/A.
PAIS DE DESTINO: N/A.
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: ARTEMIA SALINA.

INFORMACIÓN DEL LABORATORIO

FECHA MUESTREO: 3/7/2026 0:00:00
FECHA DE INGRESO: 3/7/2026 0:00:00
FECHA INICIO ENSAYO: 3/7/2026 0:00:00
FECHA FINALIZACION ENSAYO: 15/7/2026 0:00:00
FECHA EMISION RESULTADOS: 24/7/2026 17:12:47
FACTURA: N/A.
ORDEN: 67677
TIPO PRODUCTO: N/A

PARÁMETRO	LOTE	RESULTADOS	UNIDAD	LOQ	LOD	U+-	NORMA		MÉTODO DE ANÁLISIS
							Mín	Máx	
Carbohidratos*	N/A.	0,33	%	-	-	-	-	-	Calculos
Cenizas*		2,14	%	-	-	-	-	-	PEE/CESECCA/QC/09 Método de Referencia AOAC Ed. 22, 2023; 938.08; 900.02 NTE INEN 467:1980 ; AACCC 08-12, Ed. 1999
Energía*		140,03	kCal/g	-	-	-	-	-	Calculos
Humedad*		68,59	%	-	-	-	-	-	PEE/CESECCA/QC/12 Método de Referencia AOAC Ed. 22, 2023; 934.01
Materia Grasa*		4,59	%	-	-	-	-	-	PEE/CESECCA/QC/04 Método de Referencia AOAC Ed. 22, 2023; 2003.06 NTE INEN 466:1980
Proteína total*		24,35	%	-	-	-	-	-	PEE/CESECCA/QC/15 Método de Referencia AOAC Ed. 22, 2023; 2001.11 NTE INEN 465: 1980

Observaciones:

Muestreo realizado Por: El cliente (X) El laboratorio ()

Nota 1: Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s) en el laboratorio. Este reporte no debe ser reproducido total o parcialmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio.
Nota 2: El laboratorio CE.SE.C.CA. se responsabiliza por la confiabilidad de la información y los resultados obtenidos en la muestra recibida o tomada por el laboratorio.
Nota 3: Para la declaración de conformidad se considerará el resultado con el intervalo de incertidumbre. Esto permite obtener una probabilidad de confianza del 95%.
Nota 4: Para quejas, reclamos o sugerencias realizarlos a través de la página web: www.uleam-epec.gob.ec o al correo electrónico: cesecca@uleam-epec.gob.ec
Nota 5: El Laboratorio CE.SE.C.CA. mantiene un Sistema de Gestión bajo la normativa NTE INEN ISO/IEC 17025:2018, con acreditación ante el Servicio de Acreditación Ecuatoriano N° SAE IEN 08-004.
Nota 6: Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

N/A: No aplica
ND: No detectable



Ing. Fernando Veloz Paraga
Director General
CESECCA

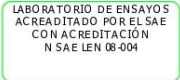


+593 980 847 908
Av. Circunvalación - Vía San Mateo
cesecca@uleam-epec.gob.ec
www.uleam-epec.gob.ec



MC2201-20 | Fecha: Octubre, 2025

Análisis del laboratorio CE.SE.C.CA



INFORME DE LABORATORIO

IE/CESECCA/67132

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

CLIENTE: URETA DE LA CRUZ ANTHONY VICENTE
ATENCIÓN: URETA DE LA CRUZ ANTHONY VICENTE
DIRECCIÓN: VÍA MANTA - ROCAFUERTE
ESPECIE: N/A.
TIPO ENVASE: FUNDAS.
No. CAJAS: N/A.
UNIDADES/PESO: 1 MUESTRA (UNIDAD DE 500ML)
MARCA: N/A.
PAIS DE DESTINO: N/A.
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: AGUA SALADA.

INFORMACIÓN DEL LABORATORIO

FECHA MUESTREO: 8/6/2026 0:00:00
FECHA DE INGRESO: 9/6/2026 0:00:00
FECHA INICIO ENSAYO: 10/6/2026 0:00:00
FECHA FINALIZACION ENSAYO: 19/6/2026 0:00:00
FECHA EMISION RESULTADOS: 16/6/2026 15:26:22
FACTURA: N/A.
ORDEN: 67132
TIPO PRODUCTO: AGUA

PARÁMETRO	LOTE	RESULTADOS	UNIDAD	LOQ	LOD	U+-	NORMA		MÉTODO DE ANÁLISIS
							Mín	Máx	
Cloro libre residual*	N/A.	ND	mg/L	-	-	-	-	-	Método de Referencia: Spectroquant
pH		5,70	-	2,00	-	+/-0,10	-	-	PEE/CESECCA/QC/16 Método de Referencia: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 24th Edition Método 4500 -H+B

Observaciones:

Muestreo realizado Por: El cliente (X) El laboratorio ()

Nota 1: Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s) en el laboratorio. Este reporte no debe ser reproducido total o parcialmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio.
Nota 2: El laboratorio CE.SE.C.C.A. se responsabiliza por la confiabilidad de la información y los resultados obtenidos en la muestra recibida o tomada por el laboratorio.
Nota 3: Para la declaración de conformidad se considerará el resultado con el intervalo de incertidumbre. Esto permite obtener una probabilidad de confianza del 95%.
Nota 4: Para quejas, reclamos o sugerencias realizarlos a través de la página web: www.uleam-epec.gob.ec o al correo electrónico: cesecca@uleam-epec.gob.ec
Nota 5: El Laboratorio CE.SE.C.C.A. mantiene un Sistema de Gestión bajo la normativa NTE INEN ISO/IEC 17025:2018, con acreditación ante el Servicio de Acreditación Ecuatoriano N° SAE LEN 08-004.
Nota 6: Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

N/A: No aplica
ND: No detectable



Ing. Fernando Veloz Paragá
Director General
CESECCA



+593 980 847 908
Av. Circunvalación - Vía San Mateo
cesecca@uleam-epec.gob.ec
www.uleam-epec.gob.ec



Anexo 14

Organigrama de la empresa LARDEMA S.A

