



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
INSTITUTO DE POSTGRADO
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN ACUICULTURA**

**EFICIENCIA DE INSUMOS QUÍMICOS EN EL CONTROL
DE LA PROLIFERACIÓN DE DINOFLAGELADOS EN
SISTEMAS PRODUCTIVOS DE CAMARÓN.**

AUTOR

Blgo. Hidalgo Herrera Brandon Stalin

TRABAJO DE TITULACIÓN
Previo a la obtención del grado académico de
MAGÍSTER EN ACUICULTURA

TUTOR

MSc. Pablo Lombeida Terranova

Santa Elena, Ecuador

2025

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi guía y fortaleza en cada paso de este camino académico

A mi familia, por su amor incondicional y apoyo constante, que me impulsaron a superar cada desafío.

A mis maestros y colegas, cuya orientación y conocimiento dejaron una huella invaluable en mi formación.

Dedico este esfuerzo a todos aquellos que me alentaron a alcanzar mis metas y a quienes, de una u otra forma creyeron en mi potencial.

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a mi Tutor, MSc. Pablo Lombeida Terranova, por su guía, paciencia y confianza en mi capacidad para superar los retos a lo largo de esta investigación. Parte de su conocimiento y orientación fueron esenciales para dar forma a este trabajo.

A la Institución Universidad Estatal Península De Santa Elena, y a sus docentes, quienes no solo me brindaron herramientas académicas, si no también inspiración para enfrentar con profesionalismo a los desafíos del campo de la acuicultura.

A mis compañeros y amigos, quienes hicieron este recorrido más ameno y enriquecedor con su apoyo constante.

Finalmente, expreso mi gratitud a todas las personas que de manera directa o indirecta aportaron a la realización de este trabajo.

APROBACIÓN DEL TUTOR

Certifico que luego de haber dirigido científica y técnicamente el desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por el cual apruebo en todas sus partes el presente trabajo de titulación que fue realizado en su totalidad por Brandon Stalin Hidalgo Herrera, como requerimiento para la obtención del título de Magíster en Acuicultura.

TUTOR

MSc. Pablo Lombeida Terranova

12 días del mes de marzo del año 2025.

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Econ. Roxana Álvarez Acosta, PhD.
**COORDINADORA DEL
PROGRAMA**

MSc. Pablo Lombeida Terranova
TUTOR

PhD. Sonnya Mendoza Lombana.
**DOCENTE
ESPECIALISTA**

MSc. Fabricio Nieto Cuadrado.
**DOCENTE
ESPECIALISTA**

Ab. María Rivera González, Mgt.
SECRETARIA GENERAL

AUTORIZACIÓN DERECHOS DE AUTOR

Yo, **Brandon Stalin Hidalgo Herrera**

Autorizo a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, para que haga de este trabajo de titulación o parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de artículo profesional de alto nivel con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este artículo académico dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor

Santa Elena, a los 12 días del mes de marzo del año 2025.

EL AUTOR

Brandon Stalin Hidalgo Herrera

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **BRANDON STALIN HIDALGO HERRERA**

DECLARO QUE:

El trabajo de Titulación, **EFICIENCIA DE INSUMOS QUÍMICOS EN EL CONTROL DE LA PROLIFERACIÓN DE DINOFLAGELADOS EN SISTEMAS PRODUCTIVOS DE CAMARÓN**, previo a la obtención del título en Magíster en Acuicultura., ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Santa Elena, a los 12 días del mes de marzo del año 2025.

EL AUTOR

Brandon Stalin Hidalgo Herrera

INDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
APROBACIÓN DEL TUTOR	iv
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	v
AUTORIZACIÓN DERECHOS DE AUTOR	vi
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	VII
ÍNDICE DE TABLAS	11
ÍNDICE DE FIGURAS	12
RESUMEN	14
ABSTRACT	15
INTRODUCCIÓN	16
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
JUSTIFICACIÓN	20
OBJETIVOS	21
HIPÓTESIS	21
MARCO TEORICO	22
ANTECEDENTES	22
ACUICULTURA	23
Desinfectantes comúnmente utilizados en acuicultura.	23
CALIDAD DE AGUA EN PISCINAS CAMARONERAS	24
DINOFLAGELADOS	24

PERÓXIDO DE HIDRÓGENO	25
Etapas en donde es posible utilizar hidróxido de calcio.....	28
1. Preparación del suelo en las piscinas acuícolas.....	28
2. Durante el cultivo	28
3. Después del cultivo.....	28
Otros insumos que pueden ser utilizados en la productividad y calidad de agua en estanques de cultivo de <i>Penaeus vannamei</i>	29
1. Efecto del óxido de silicio micronizado	29
2. Efecto del sulfato de cobre	29
Factores que influyen en el buen mantenimiento acuícola	30
1. Temperatura	30
2. pH	30
3. Salinidad.....	30
4. Nutrientes.....	31
5. Relación N:P.....	31
6. Amonio (NH ₄).....	31
7. Nitrito (NO ₂)	32
8. Nitrato (NO ₃)	32
9. Fosfato (PO ₄)	33
METODOLOGÍA.....	34
1. Ubicación del lugar de experimental	34
2. Diseño experimental:.....	34

3.	Toma de parámetros:	35
4.	Selección de insumos y concentraciones:.....	35
5.	Conteo Celular:.....	37
6.	Identificación del dinoflagelado.	37
7.	Aplicación de tratamientos:	37
8.	Monitoreo de la supresión de dinoflagelados:.....	38
9.	Análisis estadístico:	38
10.	Interpretación de resultados:.....	38
RESULTADOS Y DISCUSION		39
1.	Resultados.....	39
	Discusión.....	66
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		72
	Conclusión	72
	Recomendaciones	72
REFERENCIAS		74
CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO.....		91

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	36
Tabla 8	85
Tabla 2 Densidad Inicial de Fitoplancton en Muestras de Agua en Sistema de Producción.....	82
Tabla 3	82
Tabla 4	82
Tabla 5	83
Tabla 6	83
Tabla 7	84
Tabla 9	85
Tabla 10	87

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.....	34
Figura 2.....	35
Figura 3.....	39
Figura 4.....	40
Figura 5.....	41
Figura 6.....	42
Figura 7.....	43
Figura 8.....	44
Figura 9.....	45
Figura 10.....	46
Figura 11.....	46
Figura 12.....	47
Figura 13.....	48
Figura 14.....	49
Figura 15.....	49
Figura 16.....	50
Figura 17.....	51
Figura 18.....	52
Figura 19.....	53
Figura 20.....	54
Figura 21.....	55
Figura 22.....	56
Figura 23.....	57
Figura 24.....	58
Figura 25.....	59

Figura 26.....	59
Figura 27.....	60
Figura 28.....	61
Figura 29.....	62
Figura 30.....	64
Figura 31.....	65
Figura 32.....	89
Figura 33.....	89
Figura 34.....	90

RESUMEN

Eficiencia de insumos químicos en el control de la proliferación de dinoflagelados en sistemas productivos de camarón.

La creciente industria del cultivo de camarón en Ecuador ha originado serios desafíos ambientales, entre ellos el aumento de materia orgánica que puede causar el crecimiento de dinoflagelados perjudiciales para la acuicultura, generando florecimientos algales nocivos (FAN) que afectan negativamente los ecosistemas acuáticos y la salud pública. Este trabajo se centra en analizar la efectividad del peróxido de hidrógeno (H_2O_2) y el óxido de calcio (CaO) para controlar el aumento de dinoflagelados en las áreas de cultivo de camarón en la provincia de Guayas. La investigación abarca la medición de la densidad inicial de dinoflagelados, la optimización de las dosis de H_2O_2 y CaO y la evaluación de su eficacia en la disminución de dinoflagelados mediante el análisis de muestras de agua. Por otro lado, se estudió el impacto de los tratamientos en varias áreas de importancia como la calidad del agua, temperatura, salinidad, pH, nitrógeno amoniacal total (TAN) y fosfato (PO_4). Pues esta investigación busca encontrar soluciones efectivas para el control de las FAN, para mejorar las prácticas acuícolas y promover la sostenibilidad del sector. Los resultados del estudio presentaron que la densidad inicial de los dinoflagelados fue de aproximadamente 2,500 células/ml en la 1ª semana y 2,000 células/ml en la 2ª. En consecuencia, el tratamiento más eficaz fue el H_2O_2 , que logró una reducción del 97 % en ambas semanas, mientras que el CaO mostró inicialmente una disminución del 75.6 %, pero su eficacia se redujo al 48.1 % en la segunda semana. Por lo tanto, se concluyó que, aunque ambos tratamientos son efectivos, el H_2O_2 es más eficiente y causa menos alteraciones en el pH, mientras que el CaO puede causar estrés en los organismos debido a su efecto alcalino.

Palabras claves: Dinoflagelados, acuicultura, calidad del agua, parámetros fisicoquímicos, sostenibilidad.

ABSTRACT

Efficiency of chemical inputs in the control of dinoflagellate proliferation in shrimp production systems.

The growing shrimp farming industry in Ecuador has caused serious environmental challenges, among them the increase of organic matter that can cause the growth of dinoflagellates harmful to aquaculture, generating harmful algal blooms (HABs) that negatively affect aquatic ecosystems and public health. This work is focused on analyzing the effectiveness of hydrogen peroxide (H_2O_2) and calcium oxide (CaO) to control the increase of dinoflagellates in shrimp farming areas in the province of Guayas. The research covers the measurement of the initial density of dinoflagellates, the optimization of the doses of H_2O_2 and CaO and the evaluation of their effectiveness in decreasing dinoflagellates through the analysis of water samples. On the other hand, the impact of the treatments on several areas of importance such as water quality, temperature, salinity, pH, total ammonia nitrogen (TAN) and phosphate (PO_4) was studied. For this research seeks to find effective solutions for the control of FAN, to improve aquaculture practices and promote the sustainability of the sector. The results of the study presented that the initial density of dinoflagellates was approximately 2,500 cells/ml in the 1st week and 2,000 cells/ml in the 2nd week. Consequently, the most effective treatment was H_2O_2 , which achieved a 97 % reduction in both weeks, while CaO initially showed a 75.6 % decrease, but its efficacy was reduced to 48.1 % in the 2nd week. Therefore, it was concluded that, although both treatments are effective, H_2O_2 is more efficient and causes less alterations in pH, while CaO can cause stress in organisms due to its alkaline effect.

Keywords: Dinoflagellates, aquaculture, water quality, physicochemical parameters, sustainability.

Tema

Eficiencia de insumos químicos en el control de la proliferación de dinoflagelados en sistemas productivos de camarón.

INTRODUCCIÓN

La producción acuícola es actualmente muy importante en los países latinoamericanos, porque es una actividad ya que consiste en la cría y cultivo de organismos acuáticos, además contribuye económica y socialmente a la población (Cedeño, 2017). El cultivo de camarón se inició en Ecuador en 1968. En la provincia de El Oro existen alrededor de 175 mil hectáreas de granjas camaroneras, cuyo producto, el camarón, es destinado principalmente a la exportación. (Piedrahita, 2018).

Generalmente, la industria enfocada al cultivo de camarón utiliza una enorme cantidad de agua, por lo que hay muchas granjas camaroneras que eliminan los residuos del área cambiando el agua de los estanques (Saúl, 2020). A lo largo de los años, estas actividades han provocado cambios en la comunidad de microalgas, que se manifiestan como floraciones de algas filamentosas y disminuciones en las poblaciones de moluscos y peces, lo que indica un desequilibrio en el ecosistema (Acuícola, 2022).

El crecimiento desmedido de los dinoflagelados en los ecosistemas acuáticos o proliferación de algas nocivas (FAN), es un fenómeno alarmante que nos plantean desafíos importantes para el medio ambiente y la salud humana (Romero et al., 2022). Estas proliferaciones suelen ocurrir naturalmente, aunque también se dan por actividades humanas como la contaminación agrícola y urbana, el cambio climático y la introducción de especies invasoras (Sánchez et al., 2022).

Las FAN (o HAB, por sus siglas en inglés) pueden tener efectos peligrosos en los ecosistemas marinos y costeros, pues puede contribuir a la formación de zonas muertas sin oxígeno, a la mortalidad masiva de peces y otras especies marinas, también a la producción de toxinas dañinas para la vida marina y los seres humanos (Denchak, 2019). Es importante resaltar que también pueden tener un impacto económico significativo, afectando negativamente a las actividades que se sustentan por los recursos marino costeros (Gallo, 2019).

Los dinoflagelados que son los organismos que se estudiará e ingresan a través del canal de agua inmediatamente después del contacto con los nutrientes (nitrógeno y fósforo) y se multiplican abundantemente en condiciones favorables (Rugel et al., 2022) por esta razón, la reducción de dinoflagelados podrá no ser proporcional a las dosis de insumos flocculantes que son utilizados.

Por lo expuesto anteriormente esta investigación analiza la importancia de evaluar la efectividad del peróxido de hidrógeno y el óxido de calcio como herramientas potenciales para controlar la proliferación de dinoflagelados y mitigar los efectos negativos de las FAN en los ecosistemas acuáticos, realizando el estudio en piscinas camaroneras de la provincia del Guayas, utilizando los insumos acuícolas como el H_2O_2 y CaO , que se utilizan a menudo para reducir la carga bacteriana en los tanques de acuicultura, pero aún se sabe poco sobre sus efectos específicos sobre el microbioma de la piscina (Suárez Guerrón et al., 2022).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Esta investigación se centra en la proliferación de dinoflagelados y las floraciones algales nocivas (FAN) en los sistemas acuícolas. Para llevar a cabo esta investigación es importante tener en cuenta algunos aspectos claves como la identificación de las causas, y sus consecuencias, por lo que, es necesario comprender estas causas para desarrollar estrategias efectivas de control y prevención (Cely et al., 2023).

Las actividades de la acuicultura se centran en aumentar la producción mediante la implementación de suministros de fertilizantes y fertilizantes que mejoran la fertilidad y producción de dinoflagelados de estanques mediante la mancha de minerales esenciales como el nitrógeno y el fósforo. El uso de fertilizantes para estimular el crecimiento de microalgas es común. Sin embargo, las mediciones de gránulos de fertilizantes interfieren con la velocidad de hidrólisis mineral.

La medición de gránulos es el tamaño de las partículas de componentes. Por lo tanto, menos mediciones de gránulos logran un efecto favorable sobre la solubilidad del fertilizante en el agua. Un tamaño más pequeño conduce a una superficie de contacto más grande con el agua, lo que lleva a la liberación actual de nutrientes listos para la absorción de los dinoflagelados.

La proliferación de dinoflagelados puede alterar el equilibrio del ecosistema acuático en la producción de camarón, lo que puede afectar negativamente la biodiversidad y la calidad del agua (Torres, 2021). Las FAN pueden tener consecuencias devastadoras para los ecosistemas acuáticos, incluyendo la pérdida de biodiversidad, la degradación de hábitats marinos y la formación de zonas muertas con bajos niveles de oxígeno. (Torres et al., 2022). Por otro lado, se ha demostrado que ciertas proliferaciones de dinoflagelados pueden cambiar la composición química y biológica del agua de producción de camarón, lo que puede afectar negativamente parámetros importantes como los niveles de oxígeno disuelto, el pH y el contenido de nutrientes y causan estrés en el camarón. cultivados, disminución del crecimiento, mortalidad y disminuye el crecimiento del camarón.

Existen dinoflagelados que no causan mayor riesgo en la población de camarones, sin embargo, según Steidinger et al. (1998) informaron mortalidad en poblaciones silvestres de camarones peneidos asociados con dinoflagelados de *Gymnodinium pulchellum* en Florida mostraron altas concentraciones en el agua y fracciones de compuestos neurotóxicos

producidos por estos microorganismos. Se han reportado dinoflagelados tóxicos como *Dynophysis caudata* y *G. catenatum* en Ecuador durante las mareas rojas causadas por el dinoflagelado no tóxico (*Gyrodinium instriatum*) lo cual podría traer consecuencias negativas a los cultivos de camarón (Rugel et al., 2022) como la producción de toxinas dañinas que representan un riesgo para la salud pública cuando se acumulan en los tejidos del camarón y los consumen (Ebodio, 2017).

Esto puede tener implicaciones importantes para la seguridad alimentaria. por ende, es imperativo evaluar la efectividad de los insumos utilizados para controlar el crecimiento de dinoflagelados, aunque puede ser difícil medir los efectos con precisión porque los organismos responden de manera diferente a los tratamientos. Este enfoque integral garantiza la viabilidad y sostenibilidad a largo plazo de la acuicultura de camarón.

JUSTIFICACIÓN

La producción acuícola de camarón en Ecuador ha crecido a un promedio del 19% anual durante los últimos cinco años (CNA, 2022). Este tipo de desarrollo de rápido crecimiento no está exento de desafíos, entre los que destaca la necesidad de un estricto control sanitario, especialmente para garantizar la calidad del agua. Esto llevó a los productores a desarrollar protocolos de gestión prácticos y de prueba y error en las granjas para ayudarles a gestionar parámetros sanitarios como la desinfección, la floculación y la biorremediación en la columna de agua (Aquacultura, 2022).

Así mismo, esta investigación radica en su importancia tanto ambiental, de producción acuícola y socioeconómica, pues surge la necesidad de comprender y abordar este problema de manera integral. En los camarones otros productos, entre ellos los pesticidas provocan cambios fisiológicos, como inhibición de la acumulación de reservas relacionadas con la reproducción, inactivación de hormonas durante el proceso de muda, alteración de la osmorregulación, cambios en la respiración y el consumo de oxígeno, concentraciones de proteínas plasmáticas y respuesta inmune debilitada. Para muchas especies, estos cambios causan una disminución en las tasas de reproducción, lo que desequilibra la interacción depredador-presa, y provoca la inestabilidad del bioequilibrio del medio acuático.

Por ende, se han explorado varias estrategias para controlar la proliferación de FAN y disminuir sus efectos nocivos. Entre estas estrategias, se encuentra el uso de productos químicos como el H_2O_2 y el óxido de calcio que han surgido como una alternativa promisoriosa. Puestos en este contexto, es crucial que se evalué la eficiencia del H_2O_2 y CaO como tratamiento para controlar las FANs.

Como dato importante, el H_2O_2 es un potente oxidante que puede descomponerse en O_2 y agua, lo que ayuda a aumentar la cantidad de oxígeno disuelto en el agua y reduce el crecimiento de dinoflagelados (Galván et al., 2023). Mientras que el CaO es un compuesto alcalino que puede alterar el pH del agua y restringir la disponibilidad de nutrientes necesarios para el desarrollo de las algas, incluidos los dinoflagelados (Cegarra, 2022). Sin embargo, la eficacia y seguridad de estos compuestos en el control de FAN es aún desconocido lo que hace que sea necesario un análisis exhaustivo de estos químicos.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Evaluar la eficiencia del peróxido de hidrogeno (H₂O₂) y óxido de calcio (CaO) como tratamiento para controlar la proliferación de dinoflagelados en sistemas productivos de camarón.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la densidad inicial de dinoflagelados en sistemas de producción de camarón.
- Evaluar la eficiencia de los 2 tratamientos en la supresión de la proliferación de dinoflagelados mediante análisis de muestras de agua.
- Evaluar el efecto de los insumos utilizados en los parámetros fisico-químicos básicos, esto es (Temperatura, salinidad, pH, TAN, PO₄).

HIPÓTESIS

Hipótesis nula (H₀): No hay diferencia significativa en la eficiencia de los dos insumos como tratamiento para controlar la proliferación de dinoflagelados en el sistema productivo de camarón.

Hipótesis alternativa (H₁): Existe una diferencia significativa en la eficiencia de al menos uno de los dos insumos como tratamiento para controlar la proliferación de dinoflagelados.

Esta hipótesis sugiere que al menos uno de los dos insumos es más eficiente en el control de la proliferación de dinoflagelados. El propósito de la investigación es recopilar datos y evidencia para respaldar o refutar esta afirmación.

MARCO TEORICO

ANTECEDENTES

La acuicultura ha sido uno de los métodos de producción de alimento de crecimiento más veloz en los últimos tres decenios. Esta actividad no solo se ha ampliado, sino que además ha variado, aumentado tecnológicamente avanzando a gran velocidad, de modo que su aporte a la elaboración de alimentos, creación de monedas, bienestar alimentario y con ello la salubridad alimentaria, ha aumentado de forma considerable significativa. Este acontecimiento está alterando la manera de cómo se entiende el suministro de entidades acuáticas como sustento, es decir, la modificación de alimentos derivados del entorno natural a bienes adquiridos a través del cultivo (SENASICA, 2010).

En Ecuador, la acuicultura en especial la producción de camarón pues es una de las industrias importantes que enfrenta desafíos de gestión ambiental y salud de los organismos de las piscinas (Velásquez López et al., 2023). La proliferación de dinoflagelados en la producción camaronera es un dilema recurrente que afecta negativamente a la productividad y rentabilidad de las granjas acuícolas. La FAN consta en un aumento de la concentración de determinadas microalgas de los dinoflagelados (CDE, 2022). Cuando se dan determinadas condiciones en el océano, se produce un aumento repentino de organismos dinoflagelados, fenómeno llamado proliferación de algas, floraciones o explosiones de poblaciones de microalgas que provocan cambios significativos en el color de la superficie del océano (Valarezco, 2018).

Por estas razones, este trabajo de investigación evalúa insumos en el sistema productivo de camarón para reducir la proliferación de dinoflagelados, ya que, en investigaciones previas utilizando los insumos en otras condiciones según (Betancur et al., 2017) presentaron los siguientes resultados: en sustratos la variable CaO y sus combinaciones no mostraron diferencias significativas en el análisis de varianza ($p > 0.05$), lo que sugiere que CaO no afecta la producción de sulfuros, ni al pH de la camaronera; Por el contrario, esto no sucedió con la variable H_2O_2 , que tuvo un nivel significativo ($p < 0.05$) que indica que este tuvo el mayor efecto sobre la presencia de sulfuros.

Estos antecedentes son fundamentales para desarrollar estrategias efectivas de manejo y mitigación de este problema. Además, proporcionan una base sólida para la investigación futura y la toma de decisiones en el sector acuícola del país.

ACUICULTURA

La acuicultura se define como el cultivo de organismos acuáticos, incluidos peces, moluscos, crustáceos y plantas acuáticas; una actividad agrícola en la que los humanos participan en la reproducción para aumentar la producción a través de actividades como la siembra, la alimentación, la protección contra los depredadores, la reproducción, el crecimiento de la población y la cosecha (FAO, 2019). En la acuicultura siempre se toma en consideración varios parámetros como; condiciones climáticas, topográficas, hidrológicas y del subsuelo pues estos facilitan el desarrollo de esta, dando como resultado la disponibilidad de recursos, tanto en zonas costeras como en recursos de aguas continentales, así como la versatilidad de los recursos genéticos naturales con posibles usos (S. Sánchez et al., 2022).

Desinfectantes comúnmente utilizados en acuicultura.

Los desinfectantes que se aplican en la acuicultura se consideran productos no destinados a la salud pública. Se utilizan para controlar el crecimiento de algas y bacterias que causan mal olor, bacterias que causan deterioro o contaminación de materiales, y microorganismos infecciosos solo para animales. Estos desinfectantes están autorizados para su uso en superficies y objetos duros e inanimados con el fin de destruir o inactivar irreversiblemente hongos y bacterias infecciosos, pero no necesariamente sus esporas (Newman, 2019).

Si los compuestos se utilizan en animales vivos, se consideran medicamentos y están regulados por la Administración de Alimentos y Medicamentos de EE. UU. (FDA). Esto significa que, si un compuesto se utiliza específicamente para tratar o prevenir una enfermedad en un animal, se considera un medicamento. Añadir un desinfectante al agua en presencia de animales para eliminar un patógeno entraría en esta categoría. Aunque en EE. UU. se utilizan muchos compuestos diferentes, las afirmaciones en las etiquetas determinan los usos para los cuales se pueden comercializar los productos. Si bien el uso de un producto para otras aplicaciones puede ser biológicamente problemático o no, es potencialmente riesgoso y podría ser ilegal (Aquatic Animal Health Code, 2021).

El Grupo de Trabajo sobre Garantía de Calidad en la Producción Acuícola del Subcomité Conjunto Federal de Acuicultura ha publicado una Guía para el Uso de Medicamentos, Vacunas y Pesticidas en Acuicultura describe los usos legales de los desinfectantes en Estados Unidos. Actualmente, Estados Unidos no regula qué compuestos se utilizan fuera del país para productos que se consumen en el país, y es improbable que esto ocurra en el futuro próximo. Sin embargo, los residuos de desinfectantes en las importaciones representan un problema potencial que podría eventualmente impulsar medidas regulatorias para limitar el uso de compuestos específicos (Petty et al., 2021).

CALIDAD DE AGUA EN PISCINAS CAMARONERAS

La acuicultura es un método que se utiliza para reproducir enormes cantidades de diversas especies acuáticas, como el camarón (Valverde, 2020). La calidad del agua de las piscinas es un punto importante, pues se debe controlar los indicadores físicos, químicos y biológicos con valores sostenibles y suficientes para que el desarrollo de las especies se mantenga sin presencia de enfermedades que amenacen los cultivos (Dubraska, 2023).

En las granjas camaroneras se ponen en práctica varias técnicas para garantizar la calidad del agua (Valbuena & González, 2021). Esto incluye el uso de sistemas de filtración y tratamiento de agua y el monitoreo continuo del agua mediante pruebas, análisis y equipos de monitoreo automatizados.

Para mediciones rápidas y confiables ayudándonos de un multiparámetro, que puede determinar los parámetros pH, oxígeno disuelto, salinidad, TDS (sólidos disueltos totales) lo que permite una caracterización más precisa, rápida y confiable (Hanna, 2020).

DINOFLAGELADOS

Los dinoflagelados son el grupo más grande de algas eucariotas, con 2.000 especies descritas hasta la fecha. La mayoría son plancton marino, pero también hay especies de agua dulce. Se sabe ampliamente que los dinoflagelados causan floraciones de algas nocivas (FAN), aunque solo se ha demostrado que otras 100 especies producen toxinas (Gallardo Rodríguez et al., 2010). Las toxinas y bioactivos de los dinoflagelados son de creciente interés debido a su impacto en la seguridad de los productos del mar y sus posibles aplicaciones terapéuticas (Fabro Cerreia Fus, 2019). El validar y calibrar los ensayos de toxinas se requieren

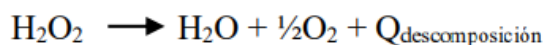
estándares como referencia de las toxinas presentes, que a menudo no se encuentran disponibles comercialmente (Perin et al., 2022).

Los dinoflagelados son un grupo amplio de microalgas que producen una variedad de sustancias bioactivas (Acevedo-González et al., 2010). Estas pueden causar graves problemas a las actividades económicas como la acuicultura y la pesca, creando la conocida "marea roja", que causa una preocupación generalizada en la industria alimentaria (CICESE, 2022). Por otro lado, si una camaronera está experimentando una floración de algas, y se desea detener la floración se requiere cambios de agua de emergencia, mayor aireación o simplemente usar químicos. (Acuícola, 2022).

PERÓXIDO DE HIDRÓGENO

El peróxido de hidrógeno es un líquido incoloro con un sabor amargo a temperatura ambiente. Pequeñas cantidades de peróxido de hidrógeno gaseoso se encuentran naturalmente en el aire (ATSDR, 2021). El peróxido de hidrógeno es inestable y se descompone rápidamente en oxígeno y agua, liberando calor. A pesar de no ser inflamable, es un oxidante potente capaz de provocar una combustión espontánea al interactuar con materia orgánica. (Prilabsa, 2024).

Agente oxidante conocido como peróxido de hidrógeno, obtenido por oxidación con aire de un derivado de antraquinona. Se utiliza en procesos de oxidación química en corrientes de residuos ricas en compuestos como sulfuros, nitritos y sulfitos (Moreno, 2017).



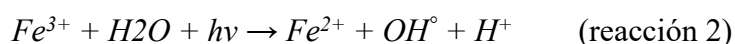
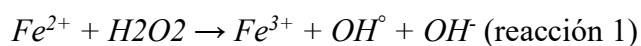
El tratamiento con H_2O_2 se puede utilizar como método de desinfección alternativo para la acuicultura. Este compuesto puede tener una ventaja sobre otros desinfectantes que se utilizan actualmente porque aumenta la concentración de oxígeno en el agua a medida que se descompone y desinfecta (Bofill, 2021). Sin embargo, la medición precisa en sistemas de agua en circulación (RAS) aún está poco desarrollada (Solvay, 2021). Las dosis requeridas pueden depender de la carga orgánica, la densidad del cultivo, la frecuencia de alimentación, la salinidad, la temperatura y el rendimiento del biofiltro (Cely et al., 2023).

1- Proceso de Oxidación Avanzada de Foto-Fenton (UV/H₂O₂/Fe)

Estudios recientes han explorado a fondo los mecanismos moleculares de la reacción de los ectoparásitos al H₂O₂. Una investigación detectó polimorfismos de nucleótido único en genes vinculados a la cutícula y el secretoma del piojo de mar *Caligus rogercresseyi*, relacionados con su sensibilidad al H₂O₂. Estos resultados indican que, además de la parálisis mecánica, hay mecanismos moleculares que ayudan a la efectividad del H₂O₂ como desparasitante (INCAR, 2023).

Asimismo, se han investigado procesos de oxidación avanzada, como la fusión de UV-C con H₂O₂ y Fe³⁺, para erradicar bacterias en aguas de la industria pesquera. Estos enfoques han mostrado una gran eficacia en la disminución de niveles bacterianos, lo que sugiere su capacidad para elevar la calidad del agua en entornos acuícolas (David & Monserrath, 2018).

En la fotocatalisis homogénea, el método foto-Fenton ha sido uno de los más ampliamente estudiados y es el más eficiente en la eliminación de contaminantes orgánicos en soluciones acuosas (González, 2015). En este proceso, el reactivo de Fe (II) se oxida a Fe (III) al descomponer el peróxido de hidrógeno, generando radicales hidroxilos (reacción 1). La aplicación de radiación UV potencia el poder oxidante, principalmente mediante la foto-reducción de Fe (III) a Fe (II), lo que produce más radicales hidroxilos (reacción 2). Así, se crea un ciclo en el reactivo de Fenton, generando los radicales hidroxilos necesarios para la oxidación de compuestos orgánicos (reacción 3) (Hincapié-Mejía et al., 2011); además, la velocidad de reducción de contaminantes orgánicos en la reacción Fenton se incrementa cuando el sistema es expuesto a luz UV visible (Hincapié-Mejía et al., 2011).



La utilización de esta tecnología presenta la ventaja de que el hierro es abundante y no es tóxico, el peróxido de hidrógeno es sencillo de manipular y es benigno para el medio ambiente, no se generan compuestos clorados y no hay restricciones en la transferencia de masa al ser un sistema homogéneo.

Ventaja de los POA

- Descomposición eficiente de elementos persistentes sin generar un flujo secundario de desechos (Pablos et al., 2013).
- La utilización de catalizadores como los óxidos metálicos acelera las reacciones de oxidación parcial, resultando en una mineralización más exhaustiva del efluente; asimismo, modifican la distribución de subproductos y promueven la generación de compuestos menos perjudiciales (Quintanilla et al., 2006).

ÓXIDO DE CALCIO (CaO)

Los efectos de este campo han llevado al desarrollo de áreas operativas, pero con el crecimiento se hace aún más necesaria la introducción de buenas prácticas que aseguren la sostenibilidad, la eficiencia operativa y la reducción de los impactos ambientales (Carvajal Toral, 2021). Para el primer problema, el uso de cal es útil cuando las aguas de estanques de acuicultura tienen problemas de pH (acidez), baja dureza y alcalinidad. En tales casos, las aplicaciones de cal mejoran la supervivencia y el crecimiento de los camarones en cultivo y ayudan a responder mejor a la productividad natural del estanque, porque la producción de dinoflagelados y acuicultura es muy buena (Horcalsa, 2023).

El CaO reduce la cantidad de bacterias y fósforo soluble en los desechos; Es un proceso rápido, económico y sencillo para obtener un producto económicamente valioso que necesita ser reciclado (calmosacorp, 2022). El CaO aumenta significativamente la temperatura y el pH de los biosólidos debido a una reacción exotérmica entre el agua de los biosólidos y el CaO, que produce calor ($>70^{\circ}\text{C}$) e hidróxido de calcio $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (Sonnenholzner & Medina, 2022).

El uso de piedra caliza agrícola para mejorar el pH y la alcalinidad en estanques de acuicultura es una práctica común. Sin embargo, la cal se usa ampliamente en la acuicultura

para desinfectar el fondo de los estanques y el agua para tratar de controlar el pH, así como por varias otras razones (Boyd, 2017).

Un tratamiento con 10 kg de óxido de calcio (13,2 kg de hidróxido de calcio) puede elevar el pH de su estanque hasta aproximadamente 10,9. El alto valor de pH producido por la reacción de la cal con el agua es la razón por la que este material se recomienda a menudo como desinfectante del suelo o del agua de estanques (Colina, 2022).

El hidróxido de calcio se usa comúnmente en estanques de camarones en pequeñas dosis y con frecuencia en un esfuerzo por regular la abundancia y el pH de los dinoflagelados. El hidróxido eleva el pH y la concentración de calcio y ayuda a eliminar los fosfatos del agua. Se cree que cantidades más bajas de dióxido de carbono y fosfato limitan la fotosíntesis del fitoplancton y previenen grandes cambios de pH diurnos (Carbonato de Calcio en la Acuicultura, 2023).

Etapas en donde es posible utilizar hidróxido de calcio

1. Preparación del suelo en las piscinas acuícolas

Se agregan iones de calcio al fondo de la piscina y se crea un efecto estabilizador del suelo, que ayudará a combatir las plagas que pueden afectar a los camarones. Por lo tanto, su estructura mejora a medida que se drena regularmente, especialmente si el fondo es muy fangoso hace que el mismo sea impermeable para el éxito en las cosechas posteriores (HORCALSA, 2021).

2. Durante el cultivo

En esta parte del cultivo se estabiliza directamente en forma de lechadas a la columna de agua, haciendo que el fertilizante sea más efectivo y aumente la cantidad de alimentos naturales disponibles. Además, mantiene el equilibrio alcalino general del agua del estanque y elimina las toxinas nocivas para el cultivo.

3. Después del cultivo

El hidróxido de calcio debe utilizarse si el cultivo está en riesgo de propagar enfermedades infecciosas o luchar contra plagas normales en la cosecha. En particular, los estanques

drenados aceleran la descomposición de la materia orgánica, por esto debe de utilizarse para evitar la contaminación del estuario.

Otros insumos que pueden ser utilizados en la productividad y calidad de agua en estanques de cultivo de *Penaeus vannamei*.

1. Efecto del óxido de silicio micronizado

Esta prueba mostró que el uso de óxido de silicio microbiano favorece un aumento en la densidad de células de fitoplancton en todos los taxones probados, a excepción de los grupos de clorophyta y dinosaurios en agua salobre. La densidad general de fitoplancton en un entorno de desmayos sin fertilizante fue de 381,250 cel/ml, mientras que el contenido de fitoplancton en el estanque de fertilizantes fue de 701,944 cel/ml. La misma dinámica ocurrió en ambientes de agua salobre como la densidad de fitoplanchrichton en el estanque fertilizado y alcanzó una densidad de 946,527 cel/ml (Cely et al., 2023).

2. Efecto del sulfato de cobre

El sulfato de cobre se emplea principalmente para regular las en el agua de los estanques. Las abundantes floraciones de cianobacterias generan un consumo de oxígeno nocturno y un incremento en las concentraciones de dióxido de carbono, además de provocar una significativa variación del pH a lo largo del día. Las cianobacterias también generan compuestos como la geosmina (GSM) y el 2-metilisoborneol (MIB) que pueden dar un sabor desagradable a los peces y camarones criados. Las cianobacterias igualmente generan microcistinas tóxicas (MC), que son hepatotóxicas (daño hepático causado por sustancias químicas) y en elevadas concentraciones en el agua, provocan malestar, afectan el rendimiento, disminuyen la inmunidad e incluso pueden ocasionar intoxicaciones agudas y la muerte de peces y camarones. Por consiguiente, es esencial gestionar la expansión de cianobacterias en los lagos de acuicultura (Kubitza, 2024).

El sulfato de cobre es también efectivo y rentable en el manejo de infecciones causadas por ciertos parásitos, hongos (*Saprolegnia sp.*) y bacterias externas como *Flavobacterium columnare*. El SC se emplea igualmente para regular algas filamentosas, macrófitos y

moluscos del agua. Su reducido costo y sus mínimas dosis efectivas (entre 0,8 y 2,0 g SC/m²) convierten al SC en una de las principales alternativas para el manejo de algas y el tratamiento de parásitos y otras enfermedades potenciales en los peces en extensos estanques (Mendoza-Rodríguez, 2009).

Factores que influyen en el buen mantenimiento acuícola

1. Temperatura

La temperatura de las microalgas es amigable con el medio ambiente y afecta las respuestas celulares, el metabolismo, las necesidades nutricionales y la biomasa, por lo que la temperatura afecta el crecimiento de los dinoflagelados. Se produce un crecimiento significativo a los valores de temperatura que pertenecen a la región óptima. Existe una relación directa entre la tasa de crecimiento y la temperatura de los dinoflagelados, donde la actividad biológica aumenta a altas temperaturas. Sin embargo, a temperaturas muy altas, el crecimiento cesará. La temperatura ideal para la mayoría de las microalgas es de 18-25°C (Cruz & Okolodkov, 2016).

2. pH

El pH juega un papel importante en la solubilidad de CO₂, la asimilación de nutrientes disueltos y el metabolismo del dinoflagelados. El valor de pH ideal para cada microalga es diferente, pero generalmente se expande de 7 a 8. La reducción del nitrato de amonio y de amonio está relacionada con los valores de pH, ya que la absorción de nitrato tiende a aumentar los valores de pH.

Mientras tanto, algunas microalgas reaccionan de manera más sensible que el amonio, afectando el crecimiento y la disminución de los valores de pH. (Beltrán Villalta, 2024).

3. Salinidad

Se deben tener en cuenta los factores, ya que las concentraciones de la salinidad pueden afectar la densidad de acuerdo con la actividad osmótica que depende del crecimiento de

las microalgas y su resistencia. Cuando están presentes otros parámetros como la luz, la temperatura y los nutrientes, el contenido de sal tiene un mayor efecto. La alta solución salina afecta negativamente la capacidad fotosintética y reduce su capacidad para determinar el metabolismo de CO₂ y nitrógeno. (Cordova et al., 2024).

4. Nutrientes

Se requieren ciertos nutrientes para un bloom de dinoflagelados, algunos los cuales son más importantes que otros. Estos valores varían según el tipo de microalgas que se encuentran en los cultivos y dependiendo de factores adicionales como el pH, la temperatura y la luz. Este factor afecta la tasa de crecimiento de las microalgas, que requieren nitrógeno y fósforo. Los micronutrientes como el hierro, el cobalto y el manganeso son igualmente importantes (Delgado del Villar et al., 2021)

5. Relación N:P

La relación de N:P (nitrógeno:fósforo) es importante para el crecimiento de los dinoflagelados, un organismo importante en los ecosistemas acuáticos. Esta relación determina el tipo de nutrientes en el área central y por qué los organismos se desarrollan más rápido. Los dinoflagelados generalmente prosperan en las flores de estos organismos con una mayor disponibilidad de nitrógeno en comparación con el fósforo (relación N:P más baja). Por otro lado, otros tipos de dinoflagelados, tienen una relación N:P más alta (fósforo en lugar de nitrógeno). Los cambios en la relación N:P debido a la contaminación de nutrientes o el cambio climático pueden alterar la dinámica de estos organismos y afectar la salud y la estabilidad de los ecosistemas marinos (Hernández-Sandoval et al., 2022).

6. Amonio (NH₄)

El amonio (NH₄⁺) es una importante fuente de nitrógeno en los jardines de bandera de dinosaurios que prefieren el crecimiento y promueven las flores de algas en condiciones muy

disponibles, algunas de las cuales son tóxicas como la marea roja. En los ecosistemas acuáticos, el amonio puede cambiar la relación de N:P (nitrógeno:fósforo). Sin embargo, a altas concentraciones, el amonio puede causar hipoxia, afectar a otros organismos y alterar el metabolismo de las esporas de vórtice. Este excedente de nutrientes, a menudo asociado con la eutrofización debido a la contaminación humana, puede tener un impacto negativo en los ecosistemas acuáticos, que enfatizan la importancia del tratamiento adecuado de los nutrientes. (Abadie et al., 2015).

7. Nitrito (NO₂)

Los nitratos son nutrientes esenciales para el crecimiento de los datos de los caracteres de los dinosaurios, y su disponibilidad afecta directamente la dinámica de las flores de algas. Aunque Dinoflagelada puede usar tanto nitratos como amonio, el exceso de nitratos a menudo asociados con la eutroficidad puede promover el crecimiento de estos organismos y, en algunos casos, formar flores de algas nocivas. Esto muestra lo importante que es dominar adecuadamente la carga nutricional de los ecosistemas acuáticos para prevenir los efectos adversos sobre la diversidad biológica y la salud humana (INCAR, 2023).

8. Nitrato (NO₃)

Los nitratos son nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas de remolino, y su disponibilidad puede afectar directamente la dinámica de las flores de algas. Aunque los dinoflagelados puede usar nitratos y amonio, el exceso de nitratos, especialmente en la región eutrófica, puede apoyar el crecimiento de estas especies, lo que lleva a floraciones de algas que son dañinas para los ecosistemas acuáticos. El manejo adecuado de los nutrientes, especialmente los nitratos, es clave para prevenir la eutrofización y los efectos adversos de las flores de algas (Paparazzo et al., 2013).

9. Fosfato (PO₄)

Los fosfatos son un nutriente importante para el crecimiento de las algas y juegan un papel importante en la formación de las floraciones de algas. La dinámica de la comunidad de dinoflagelados puede afectar directamente la dinámica de la comunidad de dinoflagelados, y su excedente a menudo se asocia con la eutrofización, lo que puede preferir el crecimiento de dinoflagelados y otros tipos de fitoplancton, lo que conduce a flores de algas perjudiciales. El manejo nutricional, especialmente los fosfatos, es importante para prevenir los efectos adversos en los ecosistemas acuáticos (Ruiz Gómez, 2016).

METODOLOGÍA

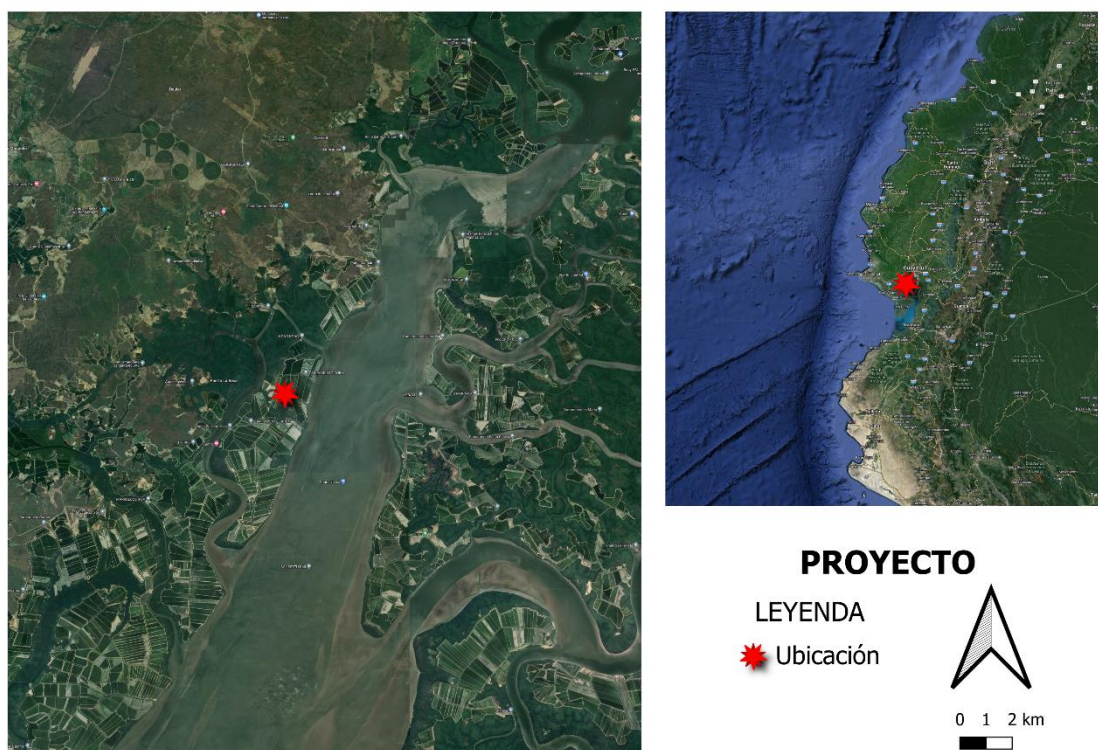
La presente metodología fue diseñada y ejecutada para poder evaluar la eficiencia de los insumos químicos H_2O_2 y CaO en el control de la proliferación de dinoflagelados en sistemas productivos de camarón. A continuación, se describen los procedimientos realizados en detalle.

1. Ubicación del lugar de experimental

La prueba experimental se realizó en un sistema acuícola localizado en el Guayas, cuenta con piscinas de cultivo de camarón *Penaeus vannamei*.

Figura 1.

Lugar de toma de muestra para la prueba experimental – Sistema productivo de camarón.



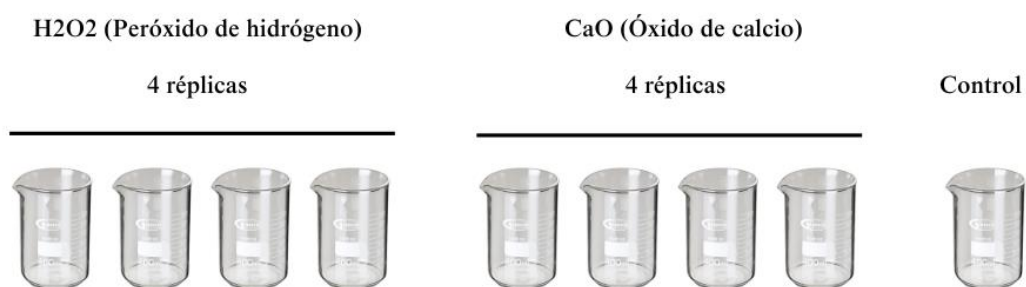
2. Diseño experimental:

Se llevó a cabo un diseño experimental completamente aleatorizado, utilizando H_2O_2 y CaO (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), se utilizó una muestra de agua de una piscina seleccionada, donde se aplicó 2 insumos por separados por

cada semana, la primera semana se tomó 1 muestra de agua de 20 litros de 1 piscina y se dio inicio a tomar parámetros físicos químicos y dinoflagelados, luego fueron divididas en 8 vasos precipitados de 1000 ml con su respectivo control (muestra sin dosis), se tomó 4 réplicas que se le aplicó su respectiva dosis H₂O₂, de igual manera para la siguiente dosis 4 réplicas de CaO (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), para la segunda semana se volvió a tomar una muestra 20 litros y se replicó con doble dosis (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Figura 2.

Diseño de experimental con su control y sus respectivas replicas



3. Toma de parámetros:

Se realizó tomas de parámetros físico-químicos esenciales iniciando con el pH en la muestra de agua de producción antes y 24 horas después de la aplicación del tratamiento.

Se realizó más tomas de parámetros antes de la ampliación, Post - aplicación, 10 min después, 30, 60, 120 y 24 horas después de parámetros físico-químicos esenciales como (Temperatura, Salinidad, TAN, NH₃, N₂, NO₃, H₂S, PO₄, SiO₂, N/P y Alcalinidad).

4. Selección de insumos y concentraciones:

Se seleccionó dos insumos específicos que previamente han demostrado potencialmente efectivos en el control de dinoflagelados en estudios previos. Se diseñaron los tratamientos adecuados utilizando los insumos seleccionados, incluyendo dosis por hectárea, que son H₂O₂ y CaO. (Rugel Vivian et al., 2022)

Se realizó las respectivas dosis llevándolas a menor escala de 1 litro, donde una hectárea contiene 10,000m³ de agua por cada metro de profundidad

($Volumen(m^3) = 10,000 m^2 * 1 m = 10,000 m^3$), esto equivale a 10.000,000 litros por metro de profundidad ($Volumen (Litros) = 10,000 m^3 * 1,000 = 10,000.000 litros$).

Peróxido de Hidrogeno

- $3 L = 3,000 mL$ ($1 L = 1,000 mL$)
- $6 L = 6,000 mL$ ($1 L = 1,000 mL$)
- $Concentración\ por\ litro = \frac{3,000\ mL}{10,000,000\ L} = 0.0003\ mL/L$
- $Concentración\ por\ litro = \frac{6,000\ mL}{10,000,000\ L} = 0.0006\ mL/L$

Óxido de calcio

- $10\ Kg = 10,000\ g$ ($1\ Kg = 1,000\ g$)
- $20\ Kg = 20,000\ g$ ($1\ Kg = 1,000\ g$)
- $Concentración\ por\ litro = \frac{10,000\ g}{10,000,000\ L} = 0.001\ g/L$
- $Concentración\ por\ litro = \frac{20,000\ g}{10,000,000\ L} = 0.002\ g/L$

Conversión de dosis para micropipeta

- $0.0003\ mL * 1000\ \mu l/mL = 0.3\ \mu l$
- $0.0006\ mL * 1000\ \mu l/mL = 0.6\ \mu l$

Conversión de dosis para balanza

- $0.001 * 1000\ mg/g = 1\ mg$
- $0.002 * 1000\ mg/g = 2\ mg$

Tabla 1

Respectivas Dosis/Ha de los Insumos para la Reducción de Carga de Dinoflagelados

Prueba experimental	Tratamientos – Semana 1		
	Insumos	H ₂ O ₂ (Peróxido de hidrógeno)	CaO (Óxido de calcio)
Agua de Piscina 1	<i>Concentraciones</i>	3 l/Ha- 4 replicas	10 kg/Ha- 4 replicas

<i>Tratamientos – Semana 2</i>			
Agua de Piscina 1	<i>Insumos</i>	H ₂ O ₂ (Peróxido de hidrógeno)	CaO (Óxido de calcio)
	<i>Concentraciones</i>	6 l/Ha- 4 replicas	20 kg/Ha- 4 replicas

5. Conteo Celular:

Se realizó el conteo de dinoflagelados de la muestra de 20 litros de agua, pasamos a homogenizar y tomamos una muestra con la pipeta, donde se colocó la muestra en la cámara de Neubauer y se observó bajo un microscopio, se realizó el conteo respectivo con la cámara de Neubauer con un aumento de 10X (Rugel Vivian et al., 2022).

Cálculo de la reducción porcentual: Se analizó los datos recopilados utilizando Cálculo de la reducción porcentual, para cada tratamiento, donde se calculó el porcentaje de reducción de dinoflagelados en comparación con el control para cada tiempo medido.

$$\text{Reducción Porcentual} = \left(\frac{\text{Conteo Inicial} - \text{Conteo Final}}{\text{Conteo Inicial}} \right) \times 100$$

6. Identificación del dinoflagelado.

Para identificar las especies nos ayudamos con la cámara de Sedgewick Rafter, donde se colocó una muestra líquida en un tubo de ensayo con una gota de Lugol para fijación de la muestra, pasamos a pipetear y colocar en la cámara donde se procedió observar bajo un microscopio (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

7. Aplicación de tratamientos:

Se aplicó los 2 tratamientos por separado en su respectiva toma de muestra de piscina de producción de acuerdo con el diseño experimental establecido, siguiendo la respectiva dosis. En la primera semana con la primera muestra, se aplicó 1 dosis cada

insumo por separado 3 l/ha de H₂O₂ con 4 réplicas, en otro recipiente se aplicó 10 kg/ha de CaO con 4 réplicas, dejando 1 recipiente con la muestra para realizar el respectivo control (muestra sin aplicación de producto), de la misma manera para la segunda semana se replicó la metodología, pero con doble dosis (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**)(**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Se tomaron datos de la primera y segunda semana antes y después de la aplicación.

8. Monitoreo de la supresión de dinoflagelados:

Para el conteo celular nos ayudamos con la cámara de Neubauer, donde se colocó una muestra líquida en la cámara y se observó bajo un microscopio. Las células se cuentan manualmente en una o más cuadrículas y se utilizó esa información para calcular la concentración celular en la muestra original.

9. Análisis estadístico:

Los datos obtenidos se analizaron mediante estadística, una prueba de normalidad de Anderson – Darling para los datos obtenidos. Posteriormente, se trabajó en un análisis de homocedasticidad (Prueba de Levene) de los resultados. Finalmente, los datos se desarrollaron en un ANOVA de una vía ($p < 0,05$) y un test a posteriori de Tukey.

Luego, se determinó la correlación de los parámetros físico – químicos y los resultados arrojados de las pruebas realizadas en los distintos tratamientos a través de un análisis de componentes principales (PCA).

Todos los resultados se analizaron usando el programa MINITAB VERSION 19.0.

10. Interpretación de resultados:

Se interpretaron los resultados obtenidos (Tabla 9) (Tabla 10) en relación con los objetivos planteados, discutiendo la eficacia de los tratamientos y su impacto en la acuicultura de camarón,

RESULTADOS Y DISCUSION

1. Resultados

Durante el desarrollo de la presente investigación se esperaba la reducción significativa de la densidad de dinoflagelados con los tratamientos de H_2O_2 y CaO , reflejando así la reducción del número de células de algas perjudiciales en las piscinas de producción de camarón y observar cuál de los 2 insumos es más efectivo para controlar la proliferación de este tipo de algas. Además, de reducir la frecuencia y la gravedad de las floraciones de algas nocivas.

Al inicio de la presente prueba experimental, en la primera semana se registró un conteo inicial de 2500 Cl/ml de dinoflagelados, para la segunda semana se registró un conteo inicial de 2000 Cl/ml así como se observa en la (figura 3).

Figura 3.

Conteo de dinoflagelados en la semana 1 y semana 2.

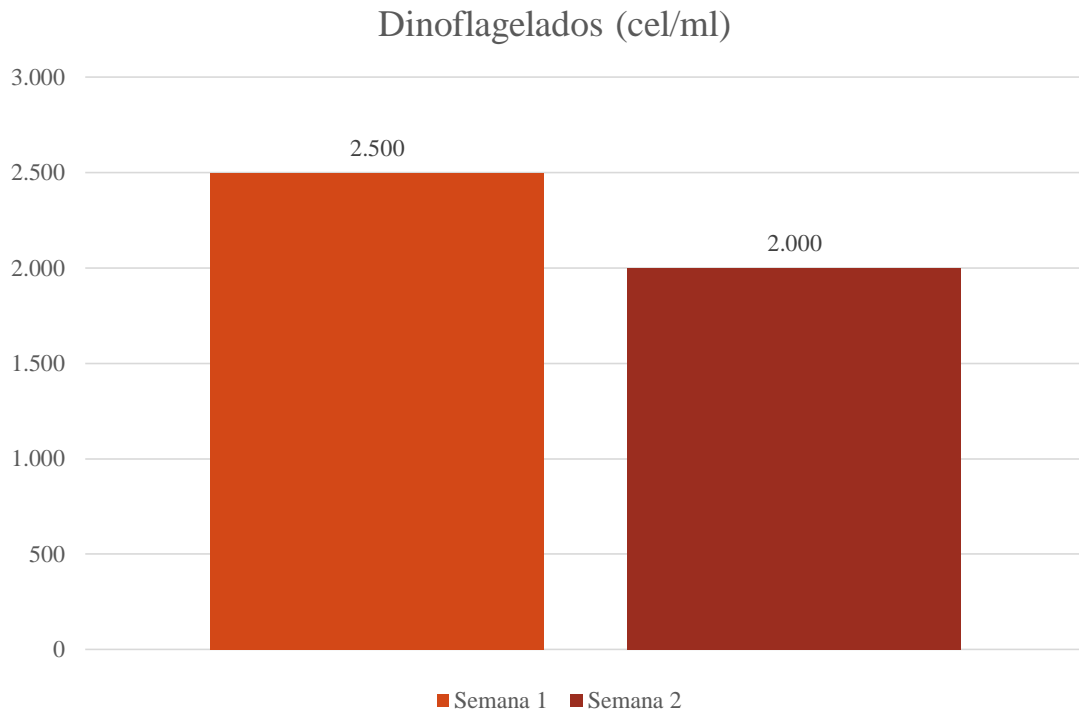


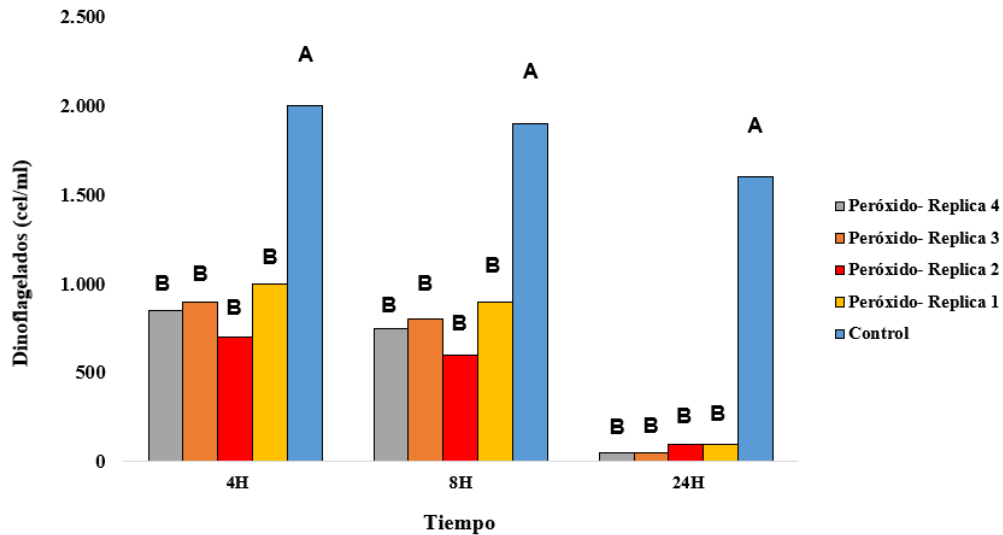
Tabla de datos que fueron recopilados en el transcurso de la prueba experimental primera (Tabla 3) y segunda semana (Tabla 4) con sus respectivas horas para cada insumo.

En los resultados obtenidos se puede observar que en la réplica 2 a las 4 horas redujo la cantidad de células hasta los 700 cel/ml, seguido de 600 cel/ml para las 8 horas. No obstante, finalmente a las 24 horas se comprobó que las réplicas 3 y 4 redujeron hasta el máximo de 50 cel/ml a diferencia de la réplica 1 (Figura 4) durante la primera prueba.

Cabe mencionar, que no existe diferencias estadísticamente significativas entre las réplicas ($p < 0,05$). Pero, si existe entre las réplicas y el control.

Figura 4.

Cantidad de células de dinoflagelados de acuerdo con el tiempo trabajado en laboratorio usando H₂O₂ como reactivo principal.



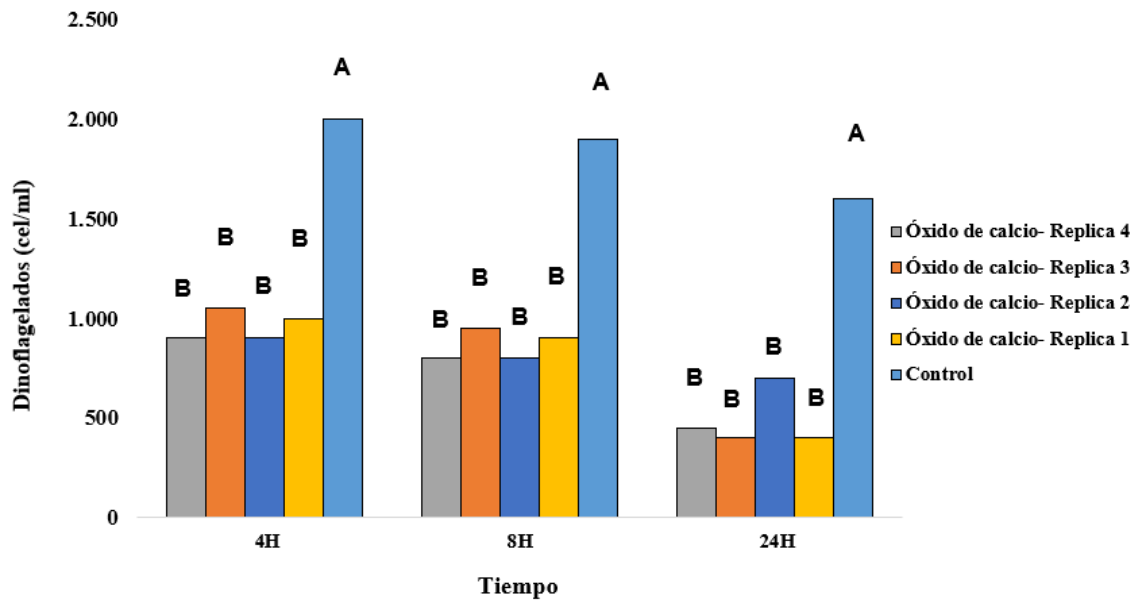
Nota. Los resultados obtenidos se presentan como barras representando el valor correspondiente. Las letras iguales indican que no existe diferencias estadísticamente significativas según ANOVA de una vía ($p < 0,05$) y test posterior de Tukey.

Por otro lado, se observó que en el otro tratamiento de CaO la cantidad de células de dinoflagelados durante las primeras 4 horas se redujeron hasta 1000 células/ml la réplica 1 y las réplicas 2 y 3 respectivamente con 900 células/ml. Más adelante, después de las 8 horas se mantuvieron constantes entre valores de 950 a 800 cel/ml entre las réplicas respectivamente. Finalmente, a las 24 horas la réplica 1 y 3 se redujeron hasta 400 cel/ml. (Figura 5).

Cabe mencionar, que no existe diferencias estadísticamente significativas entre las réplicas ($p < 0,05$). Pero, si existe entre las réplicas y el control.

Figura 5.

Cantidad de células de dinoflagelados de acuerdo con el tiempo trabajado en laboratorio usando CaO como reactivo principal.



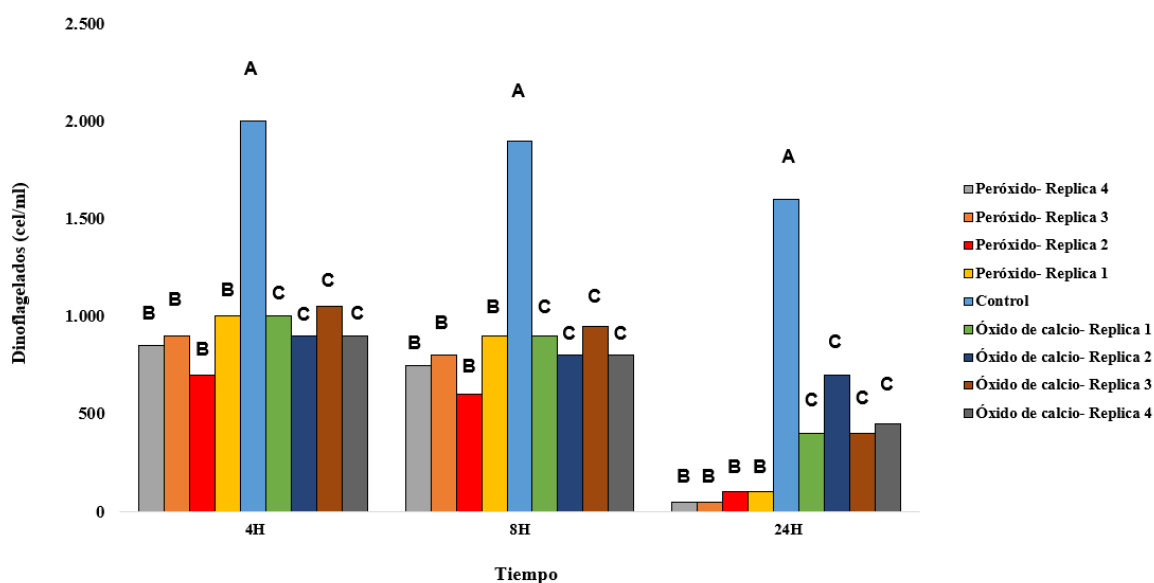
Nota. Los resultados obtenidos se presentan como barras representando el valor correspondiente.

Las letras iguales indican que no existe diferencias estadísticamente significativas según ANOVA de una vía ($p < 0,05$) y test posterior de Tukey.

Así también, se hizo una comparativa entre los tratamientos realizados durante la primera semana, observándose que el tratamiento con H_2O_2 fue más efectivo pasada las 24 horas, ya que se redujeron los dinoflagelados hasta en 50 cel/ml (réplicas 3 y 4) (Figura 6). También, es necesario dar a conocer que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre las réplicas de los dos tratamientos durante las 4 horas y 8 horas, en el caso de las 24 horas si existieron diferencias en las comparaciones de los 2 tratamientos ($p < 0,05$).

Figura 6.

Cantidad de células de dinoflagelados de acuerdo con el tiempo trabajado en laboratorio usando Peróxido como reactivo principal como prueba experimental de la semana 2.

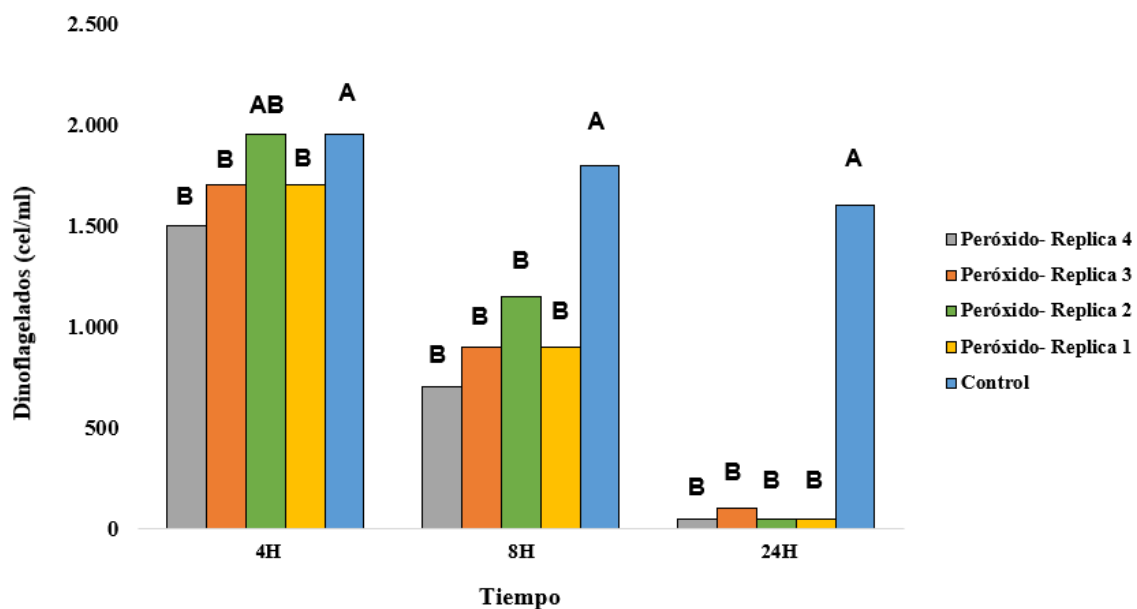


Nota. Los resultados obtenidos se presentan como barras representando el valor correspondiente. Las letras iguales indican que no existe diferencias estadísticamente significativas según ANOVA de una vía ($p < 0,05$) y test posterior de Tukey.

De igual manera, se realizó una segunda prueba en dónde se encontró que para el tratamiento con H_2O_2 la réplica 4 redujo los dinoflagelados hasta 1500 cel/ml y 700 cel/ml pasado las 4 y 8 horas respectivamente. Posteriormente, se observó una reducción de hasta 50 cel/ml para la réplica 1, 2 y 4 respectivamente después de las 24 horas (Figura 7). Cabe destacar, que no existe diferencias estadísticamente significativas entre las réplicas ($p < 0,05$). Pero, si existe entre las réplicas y el control a partir de las 8 horas y 24 horas, en el caso de la réplica 2 no presenta diferencia significativa frente al control.

Figura 7.

Cantidad de células de dinoflagelados de acuerdo con el tiempo trabajado en laboratorio usando CaO como reactivo principal.

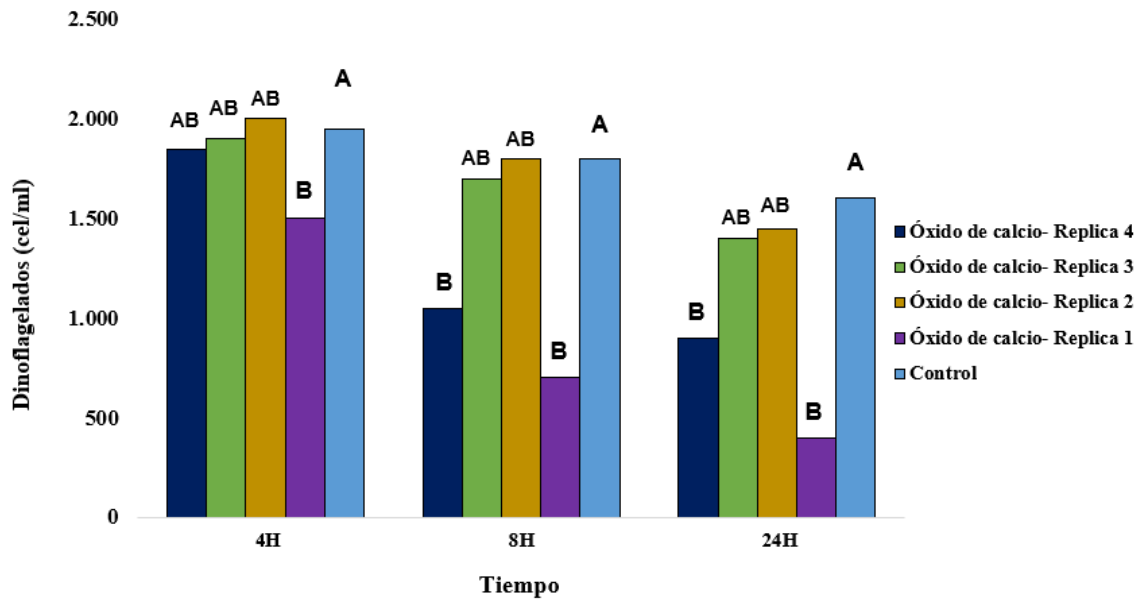


Notas. Los resultados obtenidos se presentan como barras representando el valor correspondiente. Las letras iguales indican que no existe diferencias estadísticamente significativas según ANOVA de una vía ($p < 0,05$) y test posterior de Tukey.

De igual modo, se utilizó al Óxido de Calcio (Ca O) en una segunda ocasión, observándose que la réplica 1 fue el más efectiva reduciendo los dinoflagelados en 1500 cel/ml, 700 cel/ml y 400 cel/ml durante las 4, 8 y 24 horas respectivamente. Así mismo, se determinó a la réplica 4 con una reducción celular de (900 cel/ml) a las 24 horas de realizado el experimento (Figura 8). Cabe destacar, que no existe diferencias estadísticamente significativas entre las réplicas 2, 3 y 4 frente al control en el periodo de 4 horas, las réplicas restantes si presentan diferencias significativas frente al control ($p < 0,05$).

Figura 8.

Cantidad de células de dinoflagelados de acuerdo con el tiempo trabajado en laboratorio usando Óxido de calcio como reactivo principal como prueba experimental de la semana 2.

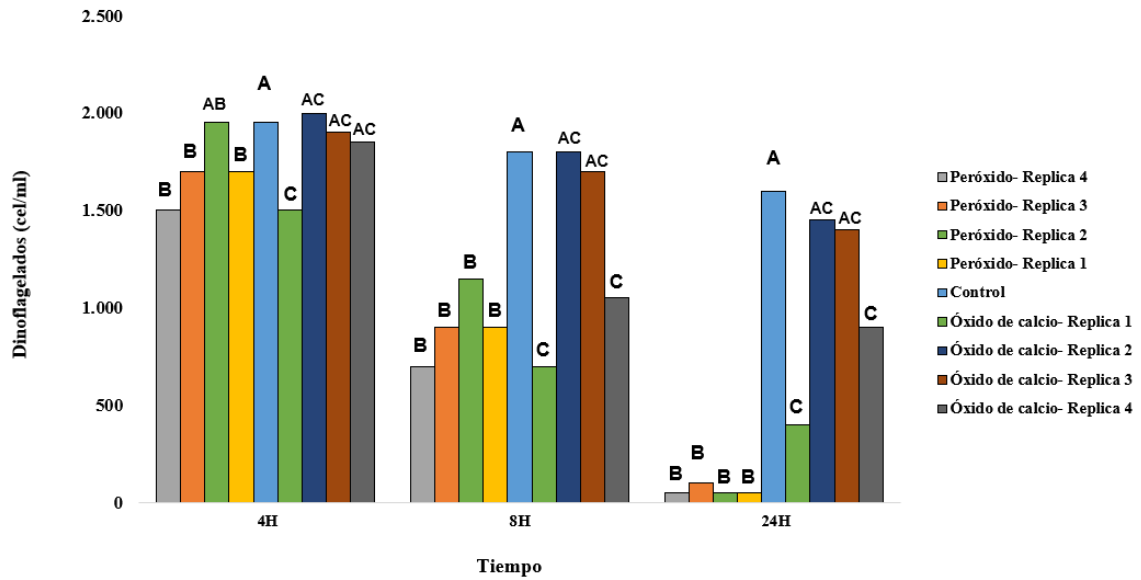


Nota. Los resultados obtenidos se presentan como barras representando el valor correspondiente. Las letras iguales indican que no existe diferencias estadísticamente significativas según ANOVA de una vía ($p < 0,05$) y test posterior de Tukey.

Así mismo, se hizo una comparativa entre los tratamientos realizados durante la segunda semana, observándose que el tratamiento con H_2O_2 fue más efectivo pasada las 24 horas, ya que se redujeron los dinoflagelados hasta en 50 cel/ml (réplicas 1, 2 y 4) (Figura 9). Es necesario mencionar, que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre las réplicas y el control que su vez se representa con 2 letras, en el caso de las 24 horas si se nota diferencias significativas comparando las réplicas de los 2 tratamientos ($p < 0,05$).

Figura 9.

Comparación de los 2 tratamientos de acuerdo con el tiempo trabajado en laboratorio usando H_2O_2 y CaO como insumos de la prueba experimental de la semana 2

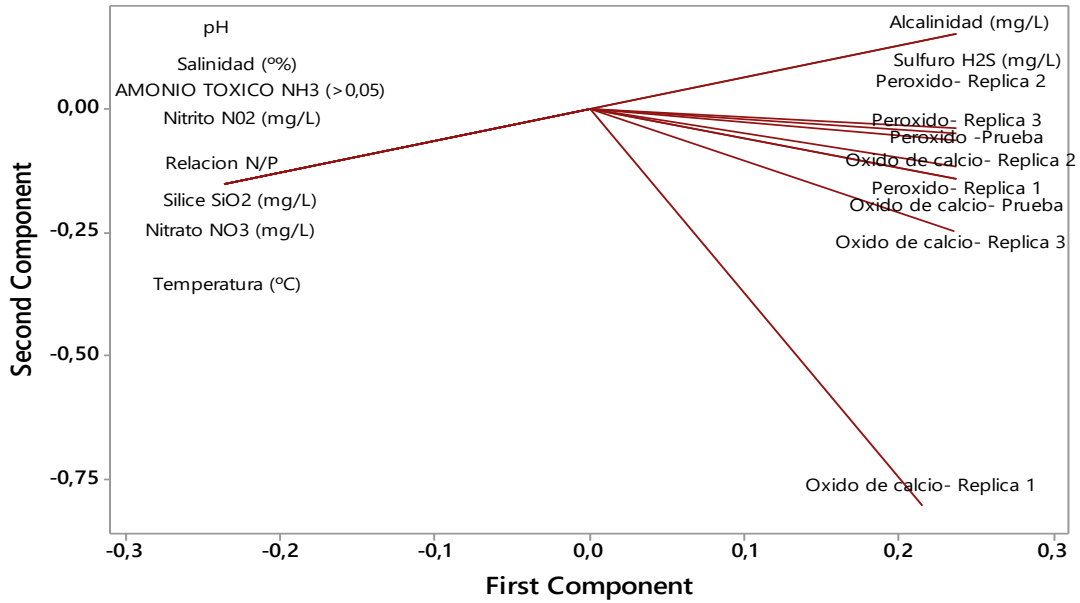


Nota. Los resultados obtenidos se presentan como barras representando el valor correspondiente. Las letras iguales indican que no existe diferencias estadísticamente significativas según ANOVA de una vía ($p < 0,05$) y test posterior de Tukey.

Se realizó un Análisis de Componentes Principales (PCA) con la intención de conocer si existía relación entre los tratamientos estudiados y los parámetros físico-químicos tomados en laboratorio durante la experimentación de la primera semana, observándose que la alcalinidad y el Sulfuro (H_2S) correlacionan positivamente a los tratamientos de H_2O_2 y CaO (Figura 10).

Figura 10.

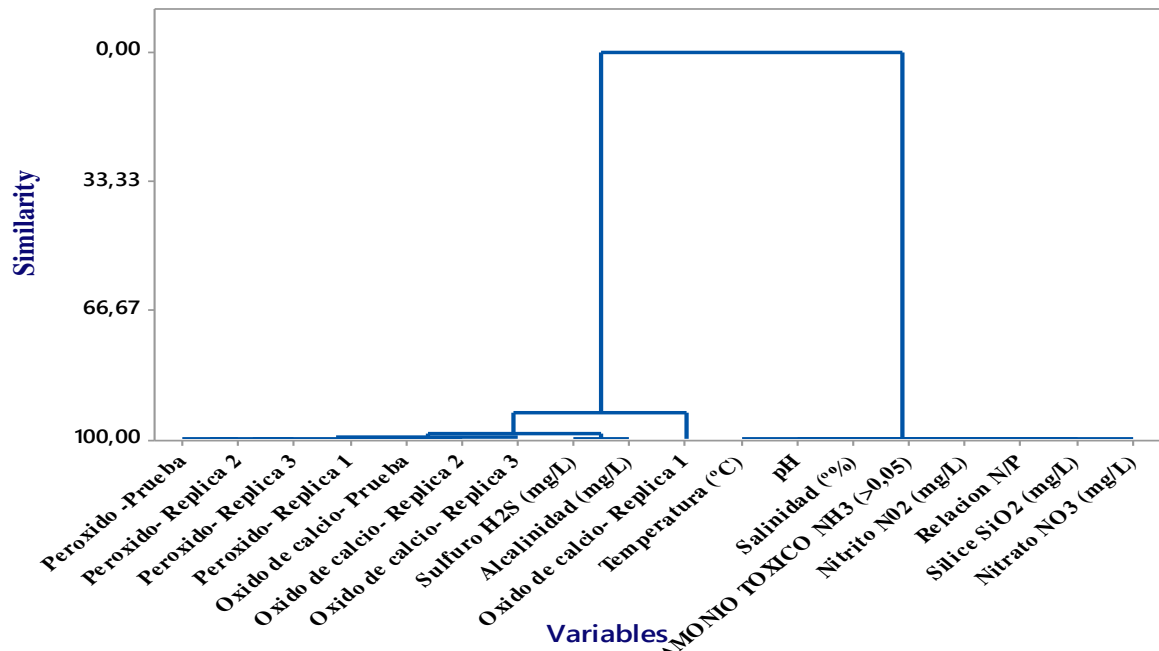
Análisis de componentes principales (PCA) de la primera semana de experimentaciones entre los parámetros físico-químicos y los tratamientos usados



También, se realizó un dendrograma para verificar lo anteriormente mencionado, pudiéndose destacar efectivamente una relación de los tratamientos de H₂O₂ y CaO (Figura 11).

Figura 11.

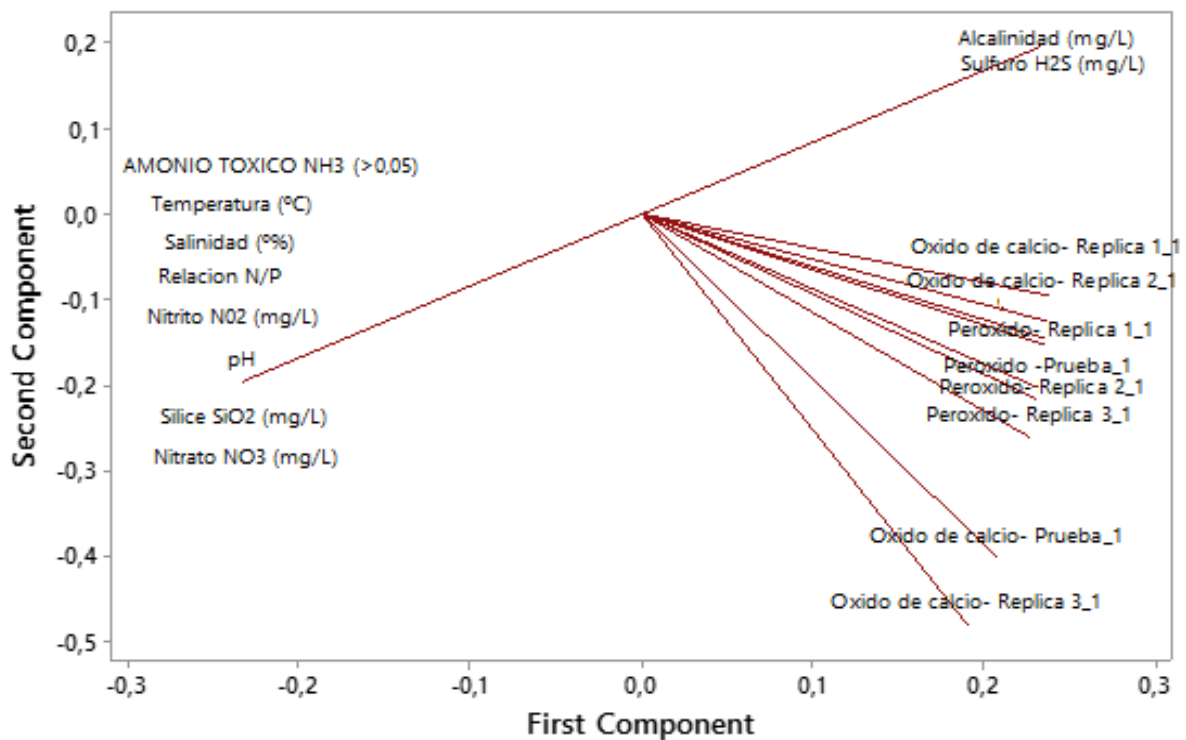
Dendrograma de correlación entre los parámetros físico-químicos y los tratamientos utilizados durante la semana 1



Se realizó otro Análisis de Componentes Principales (PCA) para determinar la relación entre los tratamientos y parámetros físico – químicos estudiados durante la segunda semana de experimentación, existiendo también una correlación positiva entre la alcalinidad y el Sulfuro (H_2S) y los tratamientos de H_2O_2 y CaO (Figura 12).

Figura 12.

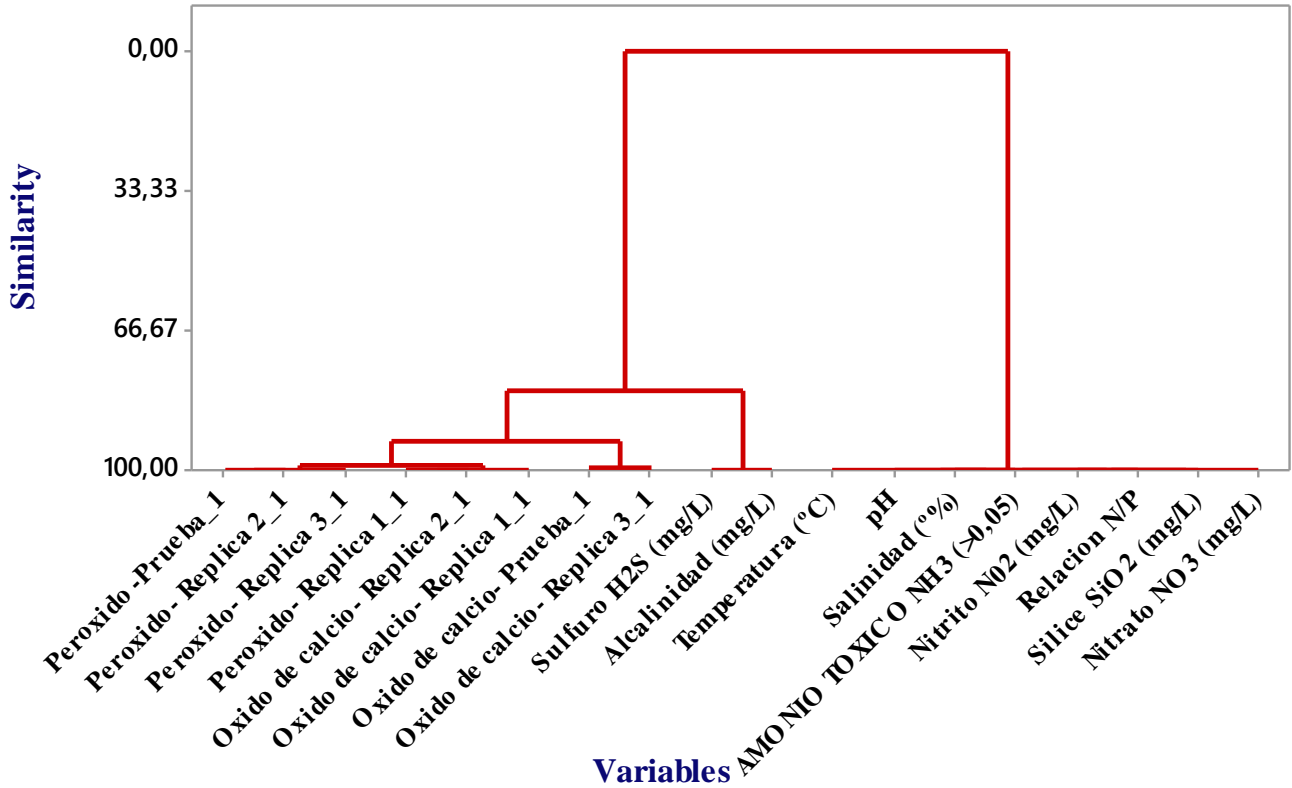
Análisis de componentes principales (PCA) de la segunda semana de experimentaciones entre los parámetros físico-químicos y los tratamientos usados.



De igual manera, se realizó otro dendrograma para corroborar lo mencionado anteriormente, observándose la relación efectiva entre los (Figura 13).

Figura 13.

Dendrograma de correlación entre los parámetros físico-químicos y los tratamientos utilizados durante la semana 2.



Se realizó una reducción porcentual de la primera semana de los 2 tratamientos (Figura 14) con un resultado del 97% efectividad con el H₂O₂ con su respectiva dosis de 3 L/Ha, seguido de un 75,6% para CaO con su dosis de 10 Kg/Ha.

Figura 14.

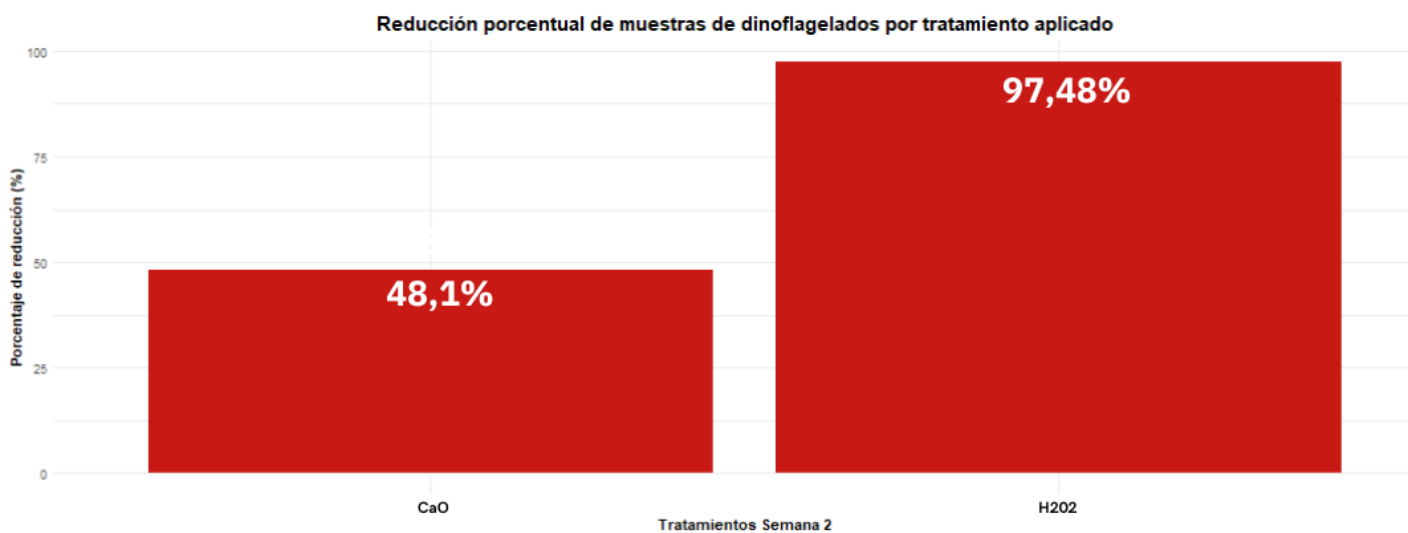
Porcentaje de reducción general de dinoflagelados en comparación de los 2 insumos-Semana



De igual manera para la segunda semana con doble dosis se realizó una reducción porcentual (Figura 15) con unos resultados obtenidos de 97,48% efectividad con el H₂O₂ con su respectiva dosis de 6 L/Ha, seguido de un 48,1% para CaO con su dosis de 20 Kg/Ha.

Figura 15.

Porcentaje de reducción general de dinoflagelados en comparación de los 2 insumos-Semana 2



Durante el desarrollo de la prueba experimental para evaluar el efecto de H₂O₂ y CaO, se implementó un control de parámetros fisicoquímicos. En la primera semana, se llevó a cabo

el monitoreo del pH, registrándose valores que permitieron analizar la influencia inicial de los tratamientos (Tabla 2

Densidad Inicial de Dinoflagelados en Muestras de Agua en Sistema de Producción

DINOFLAGELADOS	
SEMANA 1	
Fecha	Dinoflagelados (cel/ml)
30/8/2024	2.500
SEMANA 2	
Fecha	Dinoflagelados (cel/ml)
4/9/2024	2.000

Tabla 3.

Datos recopilados de Dinoflagelados de la semana 1 con un respectivo periodo de tiempo.

30 - 31/08/2024 - SEMANA 1				
Producto	4H	8H	24H	Promedio
Control	2.000	1.900	1.600	1.833
Peróxido- Replica 1	1.000	900	100	667
Peróxido- Replica 2	700	600	100	467
Peróxido- Replica 3	900	800	50	583
Peróxido- Replica 4	850	750	50	550
Óxido de calcio- Replica 1	1.000	900	400	767
Óxido de calcio- Replica 2	900	800	700	800
Óxido de calcio- Replica 3	1.050	950	400	800
Óxido de calcio- Replica 4	900	800	450	717

Tabla 4.

Datos recopilados de dinoflagelados de la semana 2 con un respectivo periodo de tiempo.

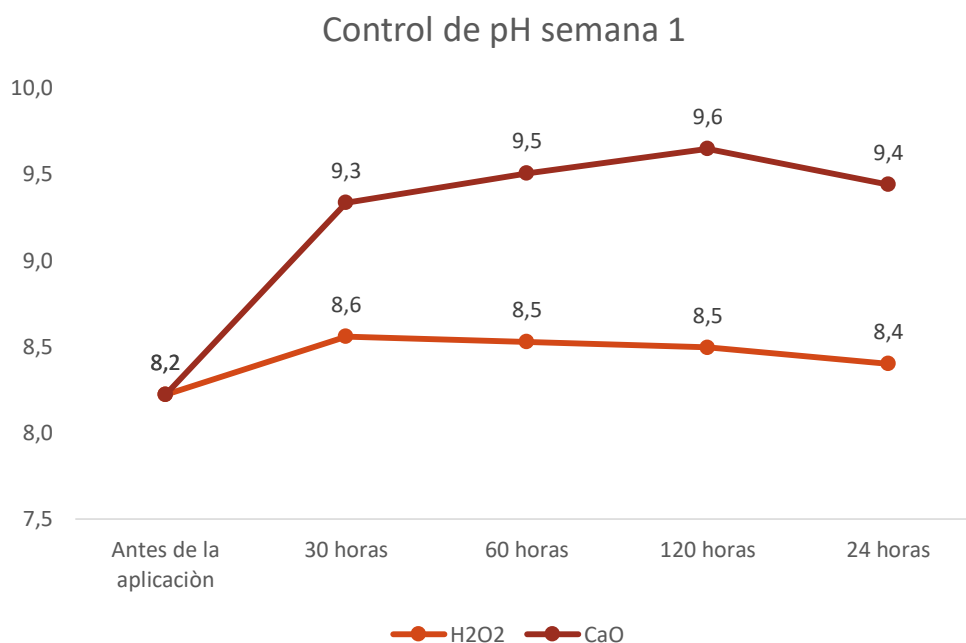
04 - 05/09/2024 – SEMANA 2				
Producto	4H	8H	24H	Promedio
Control	1.950	1.800	1.600	1.783
Peróxido- Replica 1	1.700	900	50	883
Peróxido- Replica 2	1.950	1.150	50	1.050
Peróxido- Replica 3	1.700	900	100	900
Peróxido- Replica 4	1.500	700	50	750

Óxido de calcio- Replica 1	1.500	700	400	867
Óxido de calcio- Replica 2	2.000	1.800	1.450	1.750
Óxido de calcio- Replica 3	1.900	1.700	1.400	1.667
Óxido de calcio- Replica 4	1.850	1.050	900	1.267

Tabla 5). Observándose que el pH con la aplicación de H₂O₂ muestra un ligero aumento llegando a 8,81 pero se mantiene en un rango de pH de 8, a comparación del CaO si se observa un aumento llegando a tener a los 120 minutos un rango de 9,76 en el pH como se puede observar en la (Figura 16).

Figura 16.

Datos recopilados del pH de la muestra de agua de la semana 1.



Para la semana dos de igual manera se llevó el control de parámetros para evaluar el efecto que causa H₂O₂ y CaO, se tiene como resultados los datos recopilados (

Tabla 6.

Datos recopilados de parámetros de la muestra de agua de la semana 1.

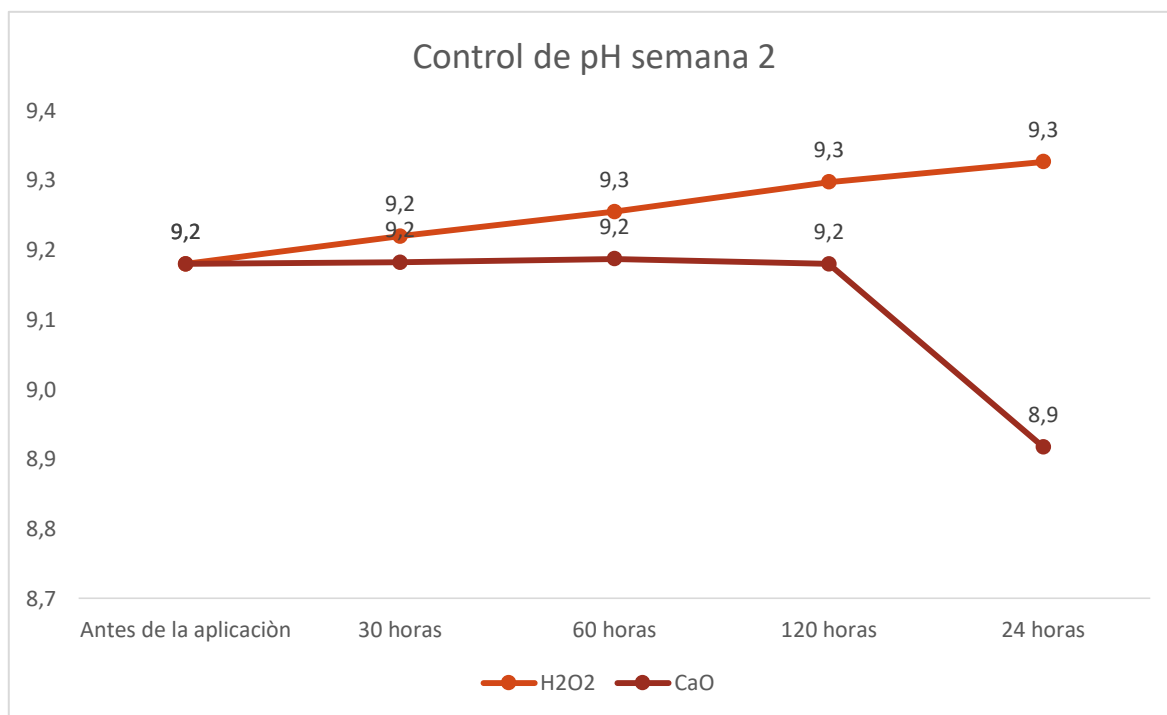
Toma de parámetros (ml/L)													
Producto	Dosis	Temperatura	pH	Salinidad	TAN	NH3	N02	NO3	H2S	PO4	SiO2	N/P	Alcalinidad
30/8/2024													

control	Sin prod ucto	26,41	8,22	27,0 0	0,08	0,00 7	0,02 3	3,1	0,03	0,4 4	0,14	7,28	146
24 horas después													
31/8/2024													
control	Sin prod ucto	26,53	8,81	28	0,1	0,02 6	0,00 1	3,46	0,01	0,0 5	0,22	71,2 2	146
Peróxido- Replica 1	0,3 µl/L	26,53	8,39	29	0,02	0,00 2	0,10 5	2,97	0,02	0,6 4	0,3	4,84	148
Peróxido- Replica 2	0,3 µl/L	26,53	8,40	29	0,02	0,00 2	0,11 8	5,45	0,03	0,6 5	0,36	8,60	149
Peróxido- Replica 3	0,3 µl/L	26,53	8,41	29	0,02	0,00 2	0,10 5	5,14	0,02	0,8 3	0,38	6,34	144
Peróxido- Replica 4	0,3 µl/L	26,53	8,40	29	0,02	0,00 2	0,12 2	5,05	0,03	0,7 4	0,32	7,02	150
Óxido de calcio- Replica 1	1 mg/ L	26,53	9,47	30	0,08	0,04 9	0,00 7	4,56	0,03	0,1 4	1,6	33,1 9	98
Óxido de calcio- Replica 2	1 mg/ L	26,53	9,44	30	0,05	0,03 0	0,00 7	5,58	0,03	0,1 3	1,4	43,3 6	105
Óxido de calcio- Replica 3	1 mg/ L	26,53	9,53	30	0,02	0,01 3	0,01 3	5,14	0,02	0,1 8	1,65	28,7 4	90
Óxido de calcio- Replica 4	1 mg/ L	26,53	9,32	30	0,08	0,04 2	0,00 7	4,16	0,01	0,1	1,25	42,4 7	105

Tabla 7). Observándose que el pH con la aplicación de H₂O₂ muestra un ligero aumento llegando a 9,56 en las 24 horas después, se observó que se mantiene en un rango de pH de 9 que fue el rango inicial, a comparación del CaO si se observa un aumento llegando a tener a los 60 minutos un rango de 9,20 en el pH como se observa en la (Figura 17).

Figura 17.

Datos recopilados del pH de la muestra de agua de la semana 2.



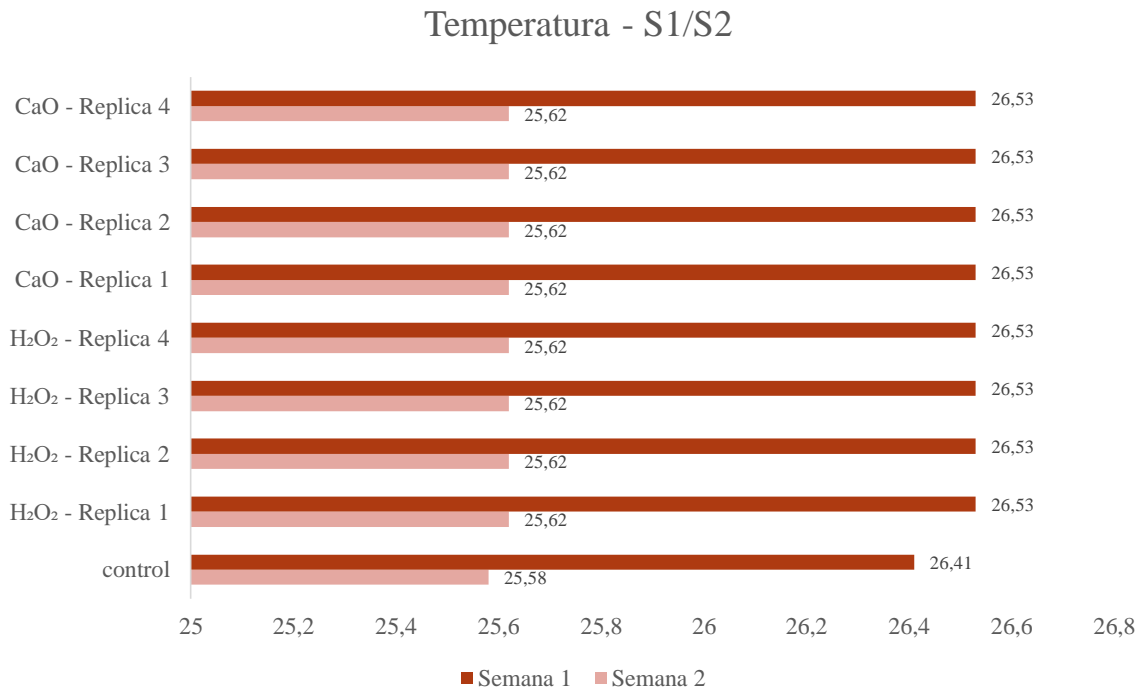
En la toma de los demás parámetros 24 horas después de la primera semana, se observó una disminución en la alcalinidad, esto se debe que el óxido de calcio, al reaccionar con el agua puede llegar a alterar de diferentes maneras las formas químicas como precipitar bicarbonatos y carbonatos, disminuyendo su concentración en el agua y por lo tanto llega a disminuir la alcalinidad.

De igual manera en la semana 2 la toma de parámetros 24 horas después, se observó en su mayoría que no presenta cambios fuertes que pueda afectar el agua en las piscinas de producción, en el caso de la réplica 1 y 2 de peróxido se observa una disminución en la alcalinidad, esto es un efecto común debido a la reacción carbonatos o la liberación de dióxido de carbono.

Para la gráfica de temperatura, la estabilidad de la temperatura es importante ya que si contamos con fluctuaciones podemos tener efectos negativos en su crecimiento y evitar temperatura $<24^{\circ}\text{C}$ dónde pueden inducir al estrés, para la semana 1 y 2 de los dos insumos se mantiene en el rango óptimo se puede observar en la (Figura 18).

Figura 18.

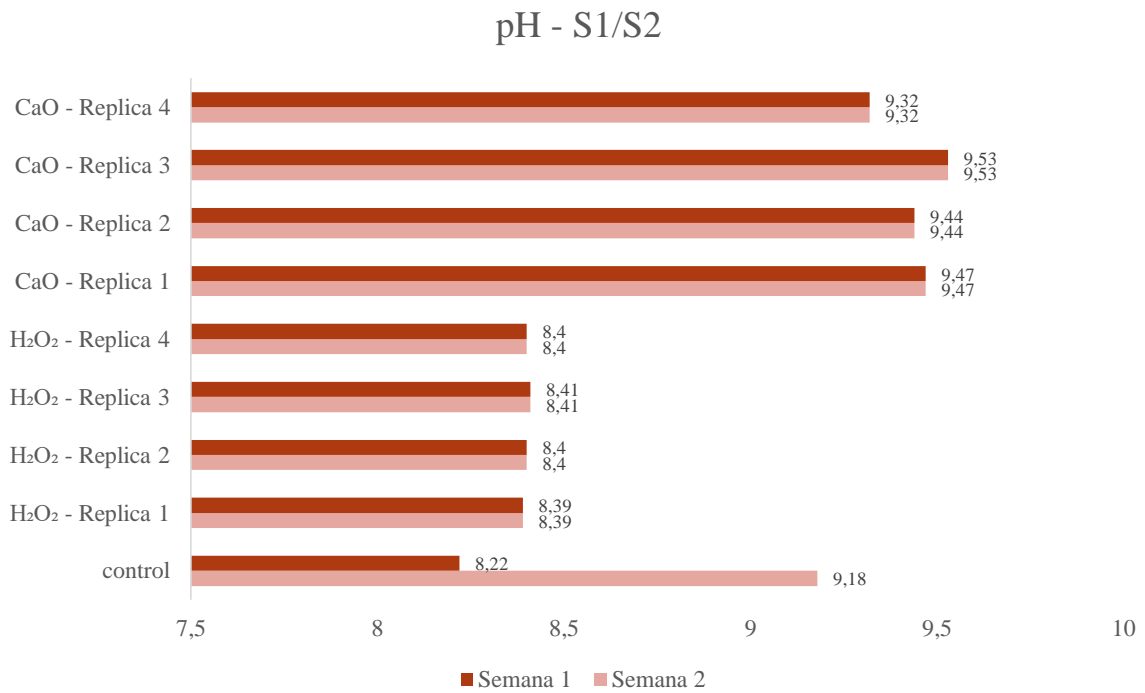
Comparación de los resultados obtenidos de temperatura de la semana 1 y la semana 2



En la gráfica del pH se observaron cambios fuertes en las réplicas de óxido de calcio de la semana 1 y semana 2 donde tiene que mantenerse en un rango óptimo 7.8 a 8.5 para evitar estrés en camarones como se puede observar en la (Figura 19).

Figura 19.

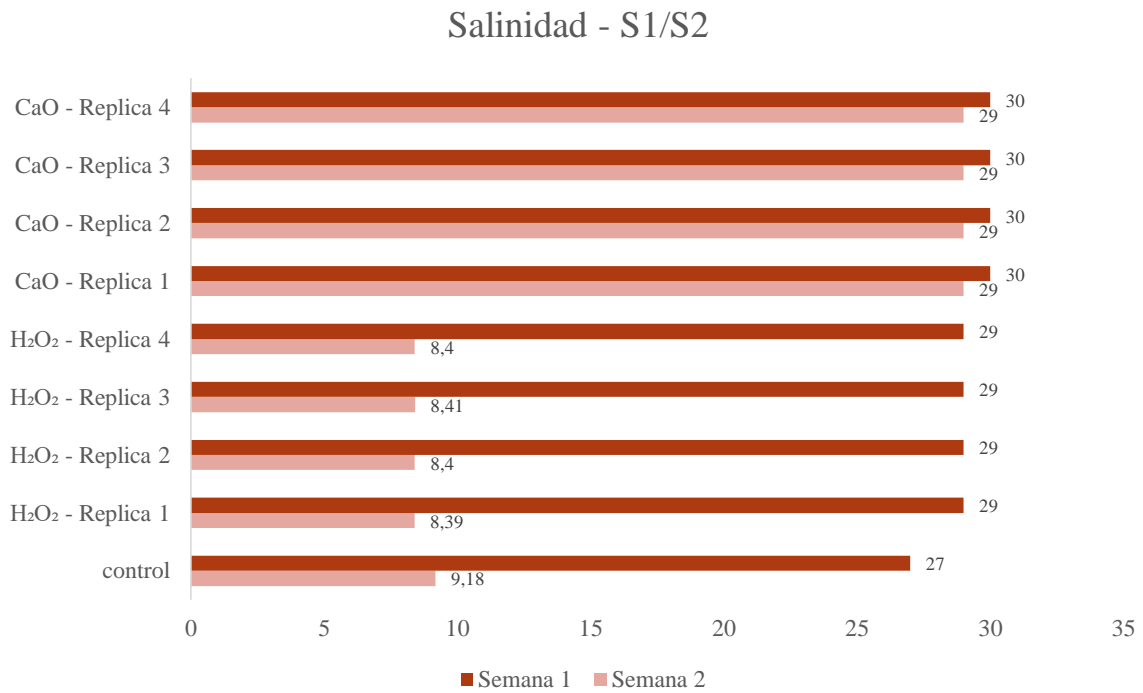
Comparación de los resultados de pH en la semana 1 y 2.



Se debe tener mucho en cuenta lo que es la salinidad, en la semana 1 y 2 se mantiene en un rango que se puede controlar, porque si contamos con salinidades demasiado altas puede interrumpir en la energía del crecimiento del camarón y si contamos con salinidades demasiado bajas es esencial un equilibrio de balance iónico como se puede observar en la (Figura 20).

Figura 20.

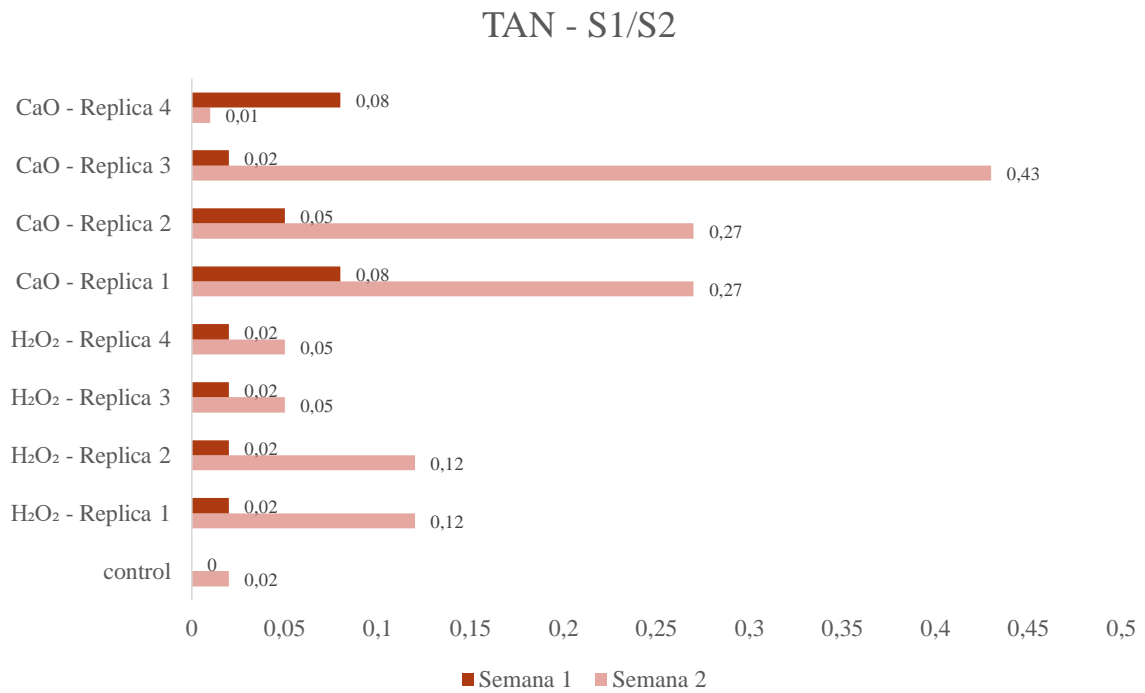
Comparación de la salinidad entre la semana 1 y 2.



En el TAN se observaron variaciones en las tomas de datos donde se tiene que estar pendiente por qué es la suma de NH₃ que es toxico y NH₄ es menos perjudicial, por ello es fundamental monitorear regularmente para mantener niveles óptimos y garantizar la salud del camarón que se puede observar en la (Figura 21).

Figura 21.

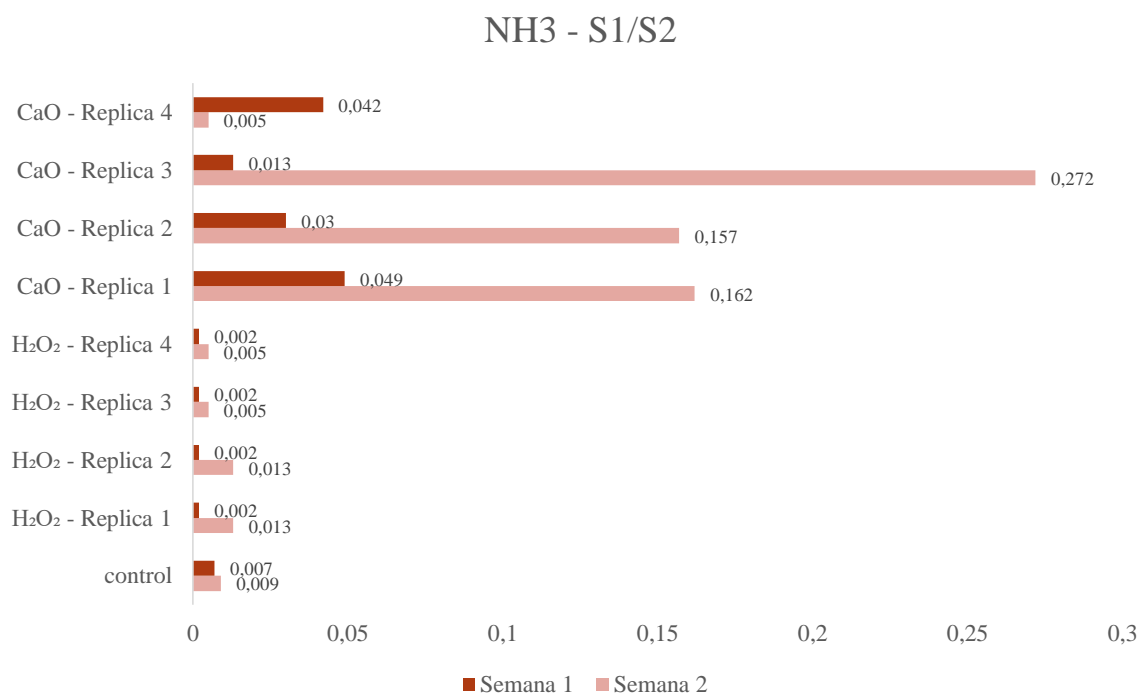
Comparación del TAN en la semana 1 y semana 2.



En la gráfica NH₃ es fundamental mantener un rango optimo menor 0.06 mg/l para poder garantizar la salud y crecimiento de los camarones, como se observa en la gráfica para óxido de calcio vemos ligeros cambios para la semana 1 y 2 como se puede observar en la (Figura 22).

Figura 22.

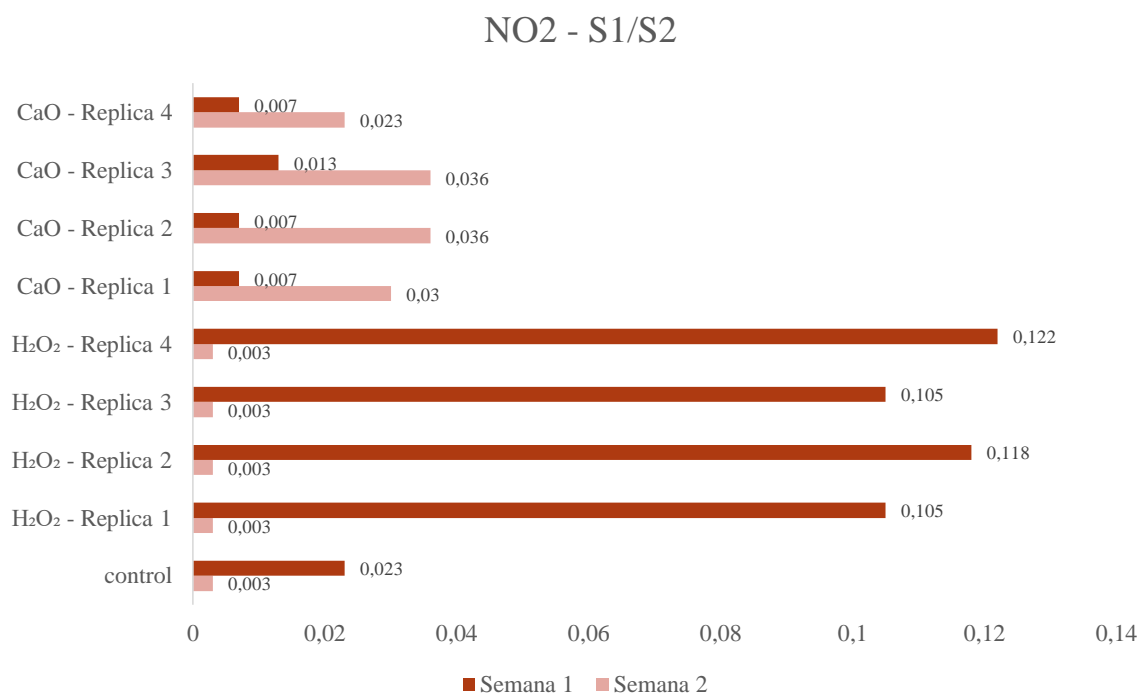
Comparación del amoníaco de la semana 1 y semana 2.



Mantener los niveles de NO₂ estable es importante para el cultivo sus rangos óptimos están en 0.4 a 0.8 mg/l como se observa en la (Figura 23).

Figura 23.

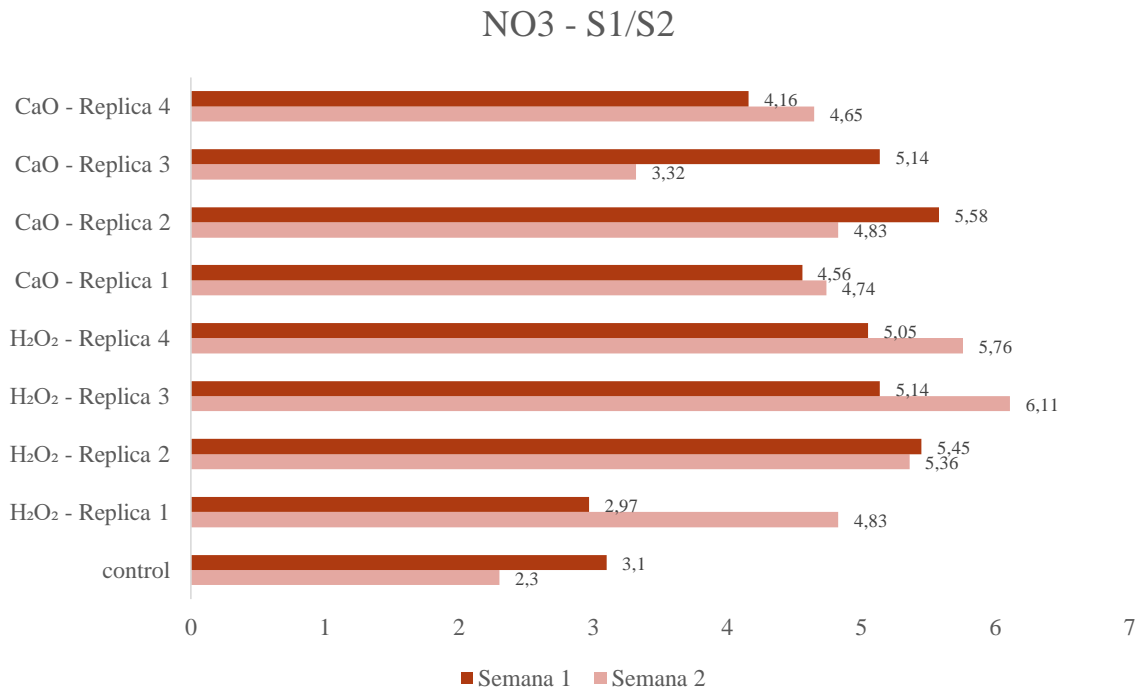
Comparación del dióxido de nitrógeno en la semana 1 y semana 2.



NO₃ son los compuestos nitrogenados presentes en la producción de camarón su resultado es por materia orgánica y procesos de nitrificación mantener rangos óptimos <10 mg/l para la semana 1 y 2 se encuentran estables como se puede observar en la (Figura 24).

Figura 24.

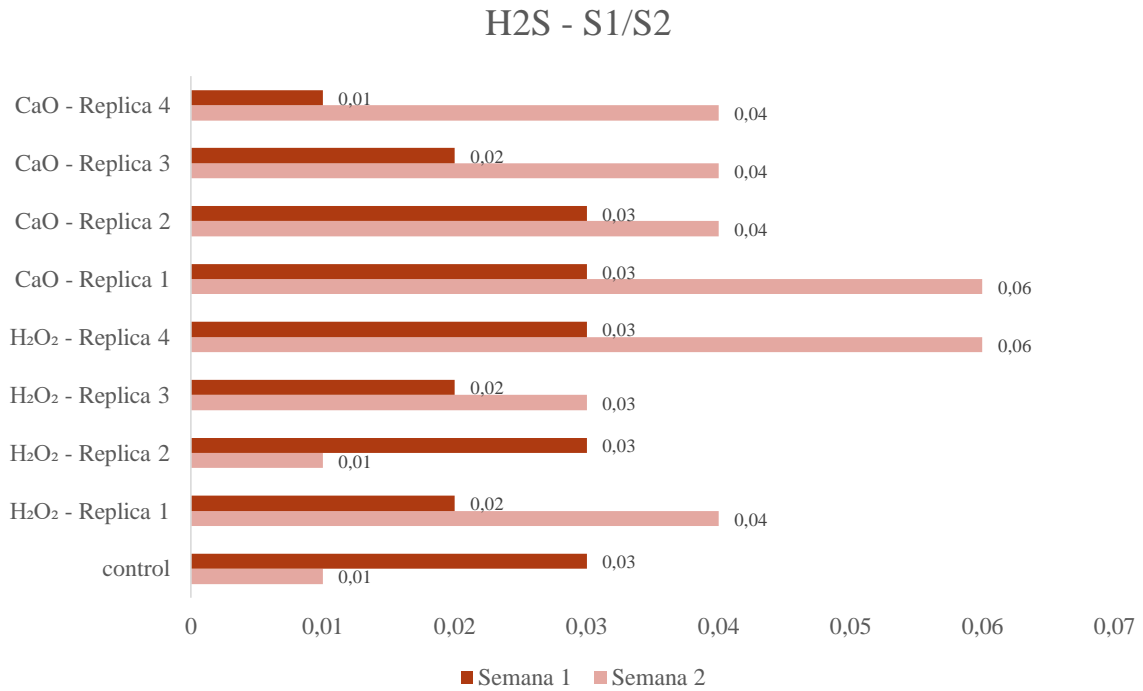
Comparación de nitrato en la semana 1 y semana 2.



Para el H₂S es importante monitorear porque su presencia en altas concentraciones puede ser perjudicial para el camarón para la semana 1 y 2 con óxido y peróxido observamos ligeros cambios donde se mantiene en un rango optimo como se puede observar en la (Figura 25).

Figura 25.

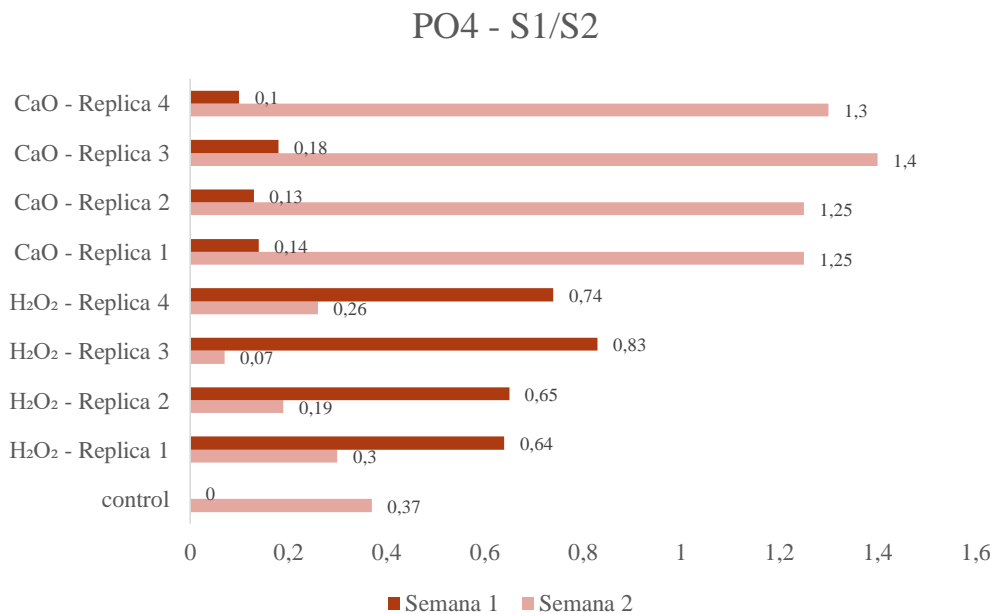
Comparación del sulfuro de hidrogeno presente en la semana 1 y semana 2.



PO₄ se observa unos cambios en lo que es en el peróxido y óxido de calcio para las 2 semanas se debe tener un rango menor a 0.7 mg/l como se puede observar en la (Figura 26).

Figura 26.

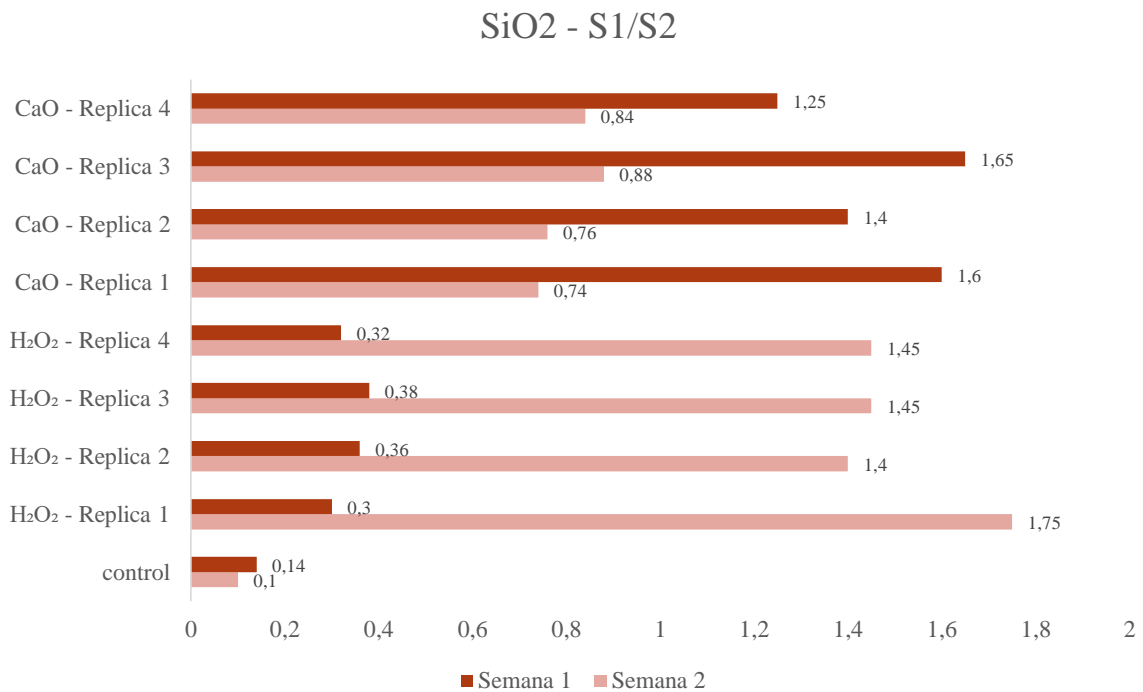
Comparación de fosfato encontrado en la semana 1 y semana 2.



SiO₂ es un compuesto importante para el crecimiento de diatomeas en el cultivo de camarón para la semana 1 y 2 de ambas aplicaciones no se observaron cambios fuertes que afecten como se observa en la (Figura 27).

Figura 27.

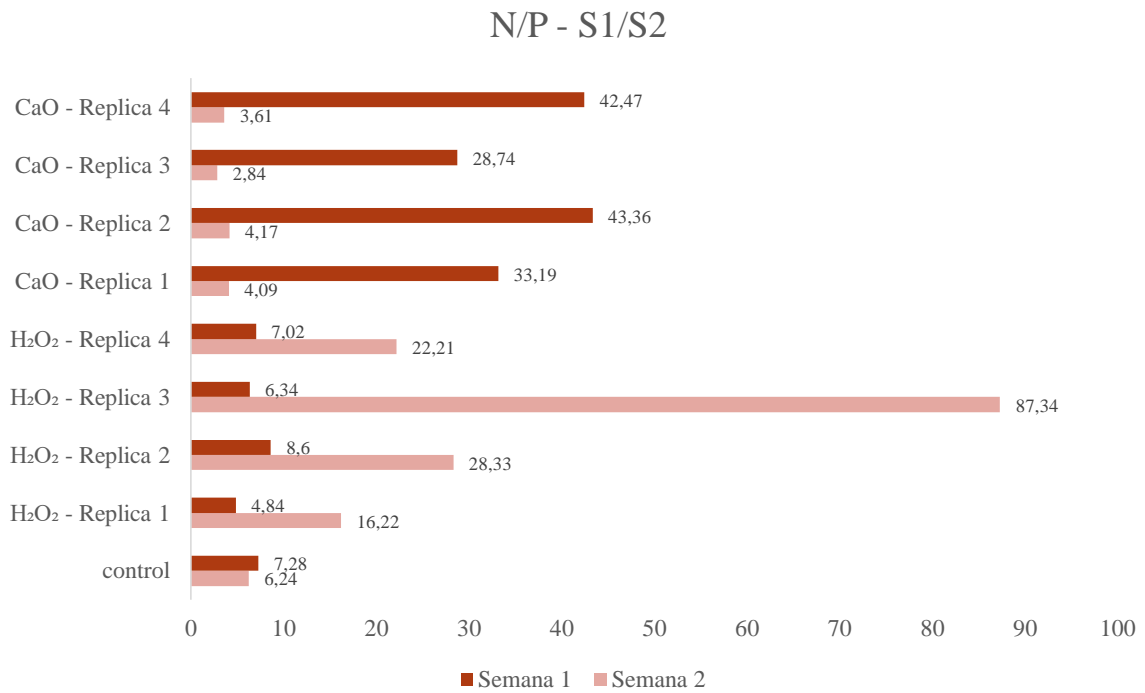
Comparación del oxido de silicio de la semana 1 y semana 2.



En la gráfica de N/P para los dos insumos se tiene que mantener rangos > 10.1 para ser óptimos, dónde no se observa cambios fuertes en los resultados como se puede observar en la (Figura 28).

Figura 28.

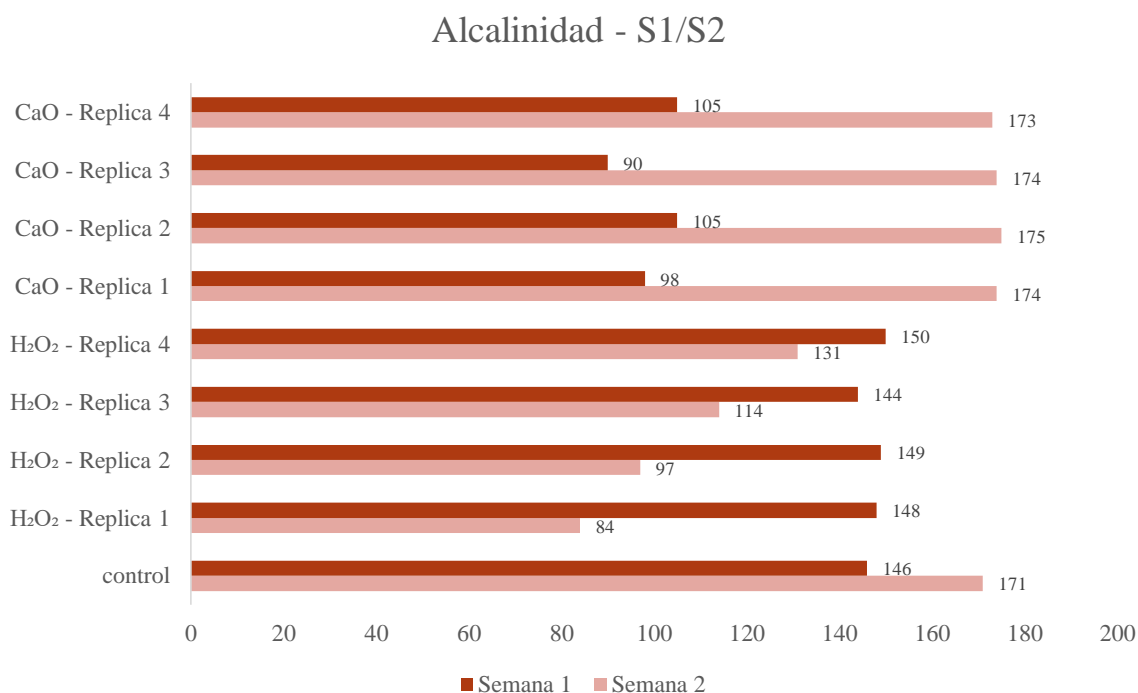
Comparación de la relación Nitrógeno: Fosforo en la semana 1 y semana 2.



En la alcalinidad observamos cambios en la primera semana con un rango <120 óxido de calcio es importante mantenerse por encima de ese rango para la semana 2 se observa una pequeña disminución en el peróxido en 3 réplicas, es importante mantener un rango >120 como se puede observar en la (Figura 29).

Figura 29.

Comparación de la Alcalinidad Obtenido en la semana 1 y semana 2.



Los resultados obtenidos en la prueba experimental se evidencian que la aplicación del H₂O₂ y CaO tienen efectos muy diferenciados sobre el pH en el agua del sistema productivo de camarón.

El H₂O₂ además de tener una fuerte acción directa sobre los dinoflagelados, mostro un ligero incremento en el nivel del pH, pero se mantiene en un rango de 8 que es óptimo de 8 para el sistema acuícola. Este comportamiento nos indica que su uso no compromete la estabilidad del del sistema ni llega generar condiciones adversas para los camarones, donde lo convierte en uno de los insumos que es compatible para el manejo de un sistema.

Por otro lado, el CaO presento un impacto más significativo llegando aumentar el pH, donde alcanzo rangos de 9, aunque este cambio puede también llegar hacer efectivo para el control de dinoflagelados al crear un entorno menos favorable para su respectivo desarrollo, a su vez también el incremento del pH puede generar estrés en los camarones.

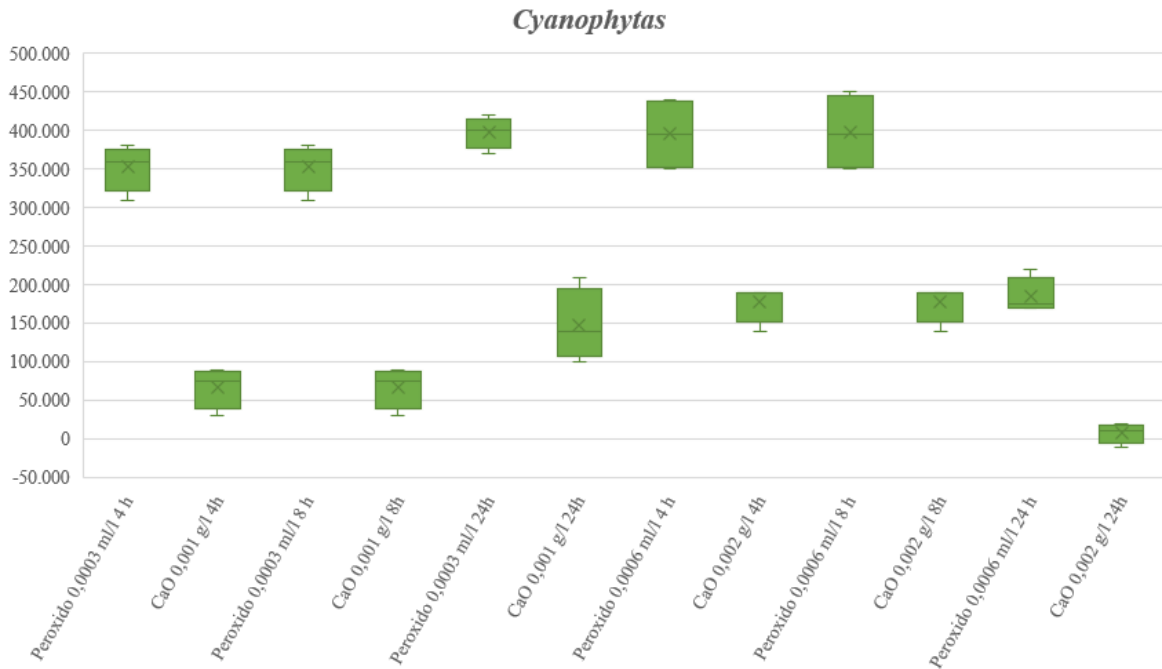
Aunque no era parte de los objetivos originales del estudio, el análisis de calidad de agua permitió identificar como fue la reducción en la concentración de especies de algas consideradas dañinas para el cultivo, tales como *Cyanophytas* y *Chatonella*.

En el caso de las cianofitas, esta especie crea toxinas que producen los cambios en el pH y deterioro en la calidad organoléptica del camarón. En la gráfica, se pudo apreciar una disminución representativa en la concentración de estas microalgas al aplicar ambos insumos. Sin embargo, se evidenció que el H₂O₂ mostró una mayor eficacia durante la 1^a semana, logrando una reducción con promedio de 242.500 células/ml en un periodo de 24 horas (Figura 30), en cambio el CaO, alcanzó una disminución de 515.833 células/ml en el mismo intervalo de tiempo.

Durante la segunda semana, no se observó una mayor reducción en la concentración de cianofitas al aplicar una doble dosis. Por el contrario, se registró una disminución menor en la eficacia de ambos tratamientos, lo que indica que el aumento en la dosis no resultó en un efecto proporcionalmente superior sobre la reducción de células/ml.

Figura 30.

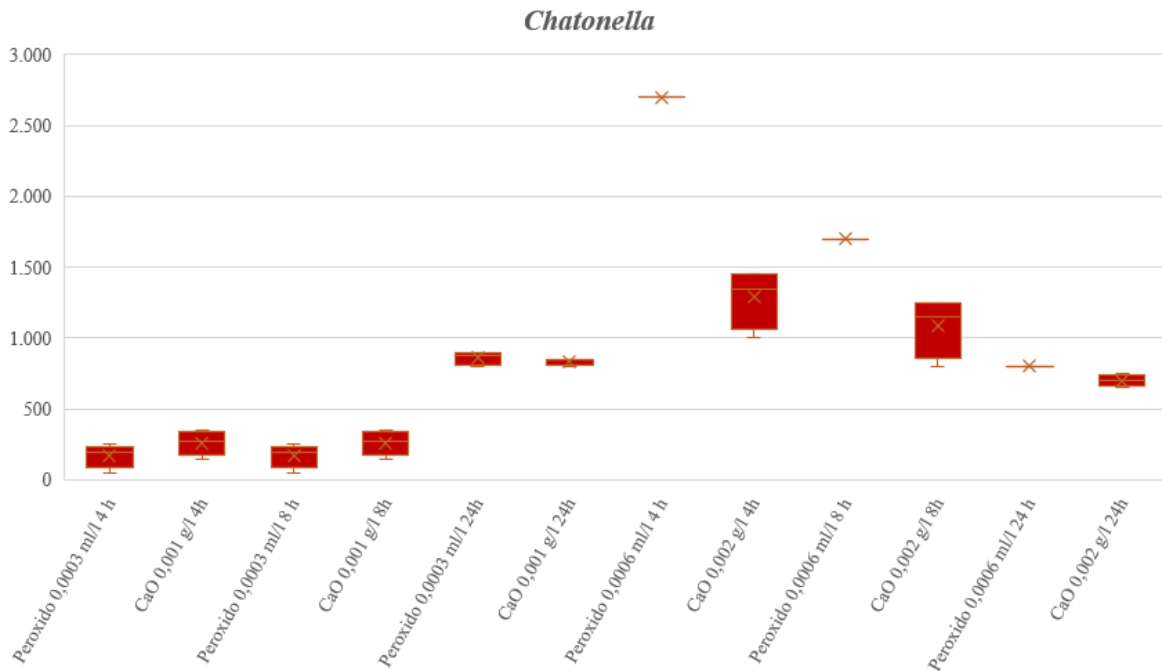
Reducción de Cianofitas durante un periodo de tiempo – Primera y segunda semana



En el caso de *Chatonella*, se observó una reducción similar hasta las 24 horas de la primera semana. Sin embargo, en comparación con la segunda semana utilizando una doble dosis, desde el inicio el H₂O₂ mostró una eficacia superior, eliminando por completo las células de *Chatonella* (2700 células/ml) en un periodo de 4 horas (Figura 31), mientras que el CaO presentó una menor efectividad. Además, se evidenció que, con el paso del tiempo, la eficacia del óxido de calcio disminuye considerablemente, limitando su capacidad para controlar esta microalga.

Figura 31.

Reducción de Chatonella durante un periodo de tiempo – Primera y segunda semana.



Esto indica que el H_2O_2 es más eficiente frente al CaO para la eliminación de *Chatonella*, especialmente en tratamientos iniciales y de corta duración. La segunda semana con doble dosis mostro una completa eliminación de las células en 4 horas por parte del H_2O_2 demuestra su capacidad de acción rápida y sostenida, incluso con dosis regulares. Por otro lado, la efectividad observada en el CaO fue menor, sumada a la reducción de su eficacia con el tiempo, lo que sugiere que este insumo puede ser menos adecuado para el control de *Chatonella*, especialmente en condiciones donde se requiera de una respuesta rápida o en tratamientos prolongados.

El uso de H_2O_2 ha demostrado ser eficaz para el control de Dinoflagelados y parte de su rentabilidad a largo plazo para controlar proliferaciones recurrentes a su vez evitamos el uso de otros tratamientos por sus altos costos y no son amigables con el medio ambiente, con el H_2O_2 tenemos a favor el costo, beneficio y rentabilidad que se debe tener en un cultivo de camarón.

Discusión

La proliferación de dinoflagelados en los sistemas de acuicultura es un problema significativo que afecta gravemente la salud de los organismos cultivados y la rentabilidad del sector marino costero. Diversos estudios han evaluado la eficacia de insumos químicos saludables con el medio ambiente como alguicidas y su impacto en el control de estas poblaciones. La proliferación de dinoflagelados en sistemas de acuicultura, especialmente en la producción de camarón, representa un desafío significativo debido a su impacto negativo en la salud de los organismos y en la sostenibilidad económica del sector acuícola. Por lo que, la presente investigación se centra en evaluar la efectividad de dos insumos químicos: el H_2O_2 y el CaO como agentes de control de dinoflagelados.

Varias investigaciones han demostrado que ciertos químicos pueden reducir significativamente la biomasa de dinoflagelados. Por ejemplo, un estudio realizado por (Rugel et al., 2022) encontró que la aplicación de estos químicos utilizados como alguicidas a base de peróxido de hidrógeno con una dosis de 8 l/ha redujo la población de dinoflagelados en un 85% con respecto al peróxido de hidrógeno en condiciones controladas, mientras que CaO dosificada a 125 kg/ha obtuvo un menor efecto, con una reducción del 62% lo que sugiere en ambos casos un potencial prometedor para su uso en cultivos de camarón. Sin embargo, estos resultados deben ser considerados en un escenario más amplio, ya que, la eficacia puede variar según las condiciones ambientales presentes y la especie de dinoflagelado que pueda habitar en el sistema acuícola.

El uso de insumos químicos, aunque es efectivo no está exento de que se presenten riesgos, pues, podría tener efectos negativos en organismos no objetivo, esto incluye otras especies de dinoflagelados y fauna acuática beneficiosa. El efecto colateral altera la dinámica del ecosistema, y promueve el crecimiento de especies resistentes, perjudicando la biodiversidad general del ecosistema.

Ante las preocupaciones sobre el impacto ambiental de los alguicidas que son contraproducentes, se ha investigado la efectividad de métodos de control alternativos. (Moreno Andrés et al., 2023) proponen un enfoque de manejo integrado que combina el uso de insumos químicos, en este caso de los oxidantes como potenciales biocidas con prácticas de manejo ambiental y pueden ser una alternativa a los tratamientos de cloración convencionales, asegurando la optimización de la calidad del agua y la reducción de nutrientes en el medio, ayudando a controlar la proliferación de dinoflagelados nocivos, y promueve la práctica de acuicultura de manera más saludable y sostenible. Si bien, en esta investigación, se recomienda realizar más estudios para abordar las posibles consecuencias de toxinas como la lisis celular después de la aplicación de los reactivos, es importante considerar la sostenibilidad en el uso de insumos como los estudiados anteriormente.

Según (Pal et al., 2020), la regulación y el monitoreo de los químicos utilizados en acuicultura son cruciales para prevenir la resistencia que pueden adquirir los dinoflagelados a los tratamientos y así proteger los ecosistemas acuáticos. Por otro lado, los autores que han estudiado con anterioridad estos insumos sugieren el desarrollo de políticas que fomenten una actividad de acuicultura sostenible, como el uso de biocontroladores y el reciclaje de nutrientes.

Los hallazgos iniciales de estudios previos señalan que tanto H_2O_2 como CaO reducen la cantidad de dinoflagelados en las piscinas de cultivo de camarón u otros organismos acuáticos, y tal como se puede apreciar en los gráficos de los resultados, los tratamientos llevados a cabo bajo condiciones controladas tienden a disminuir las densidades de los dinoflagelados, y presentan mediciones que se muestran como medias \pm desviaciones estándar (DS). Es importante resaltar que, de acuerdo con el análisis de varianza (ANOVA) y el test de Tukey, no se logró detectar diferencias estadísticamente relevantes entre los tratamientos durante las semanas examinadas ($p < 0,05$). Esto indica que ambos

componentes pueden ser igual de eficaces bajo determinadas circunstancias, lo que concuerda con investigaciones anteriores que han evidenciado la efectividad del H_2O_2 como un algicida eficaz (Moreno Andrés et al., 2023).

Se espera que estos tratamientos, además de minimizar la densidad de dinoflagelados, también disminuyan la frecuencia y severidad de las (FAN). El estudio de (Him et al., 2023) corrobora que la aplicación de H_2O_2 no solo disminuye la cantidad de dinoflagelados, sino que, también impide la generación de FAN al cambiar las condiciones del entorno que promueven su aumento de densidad. En cambio, el CaO, al elevar el pH del agua, genera un entorno no apto para la expansión de estas algas, lo que apoya la hipótesis de que ambos recursos desempeñan un papel vital en el control de la FAN.

El análisis de H_2O_2 y CaO revela que, pese a que ambos métodos ofrecen resultados prometedores, es imperativo tener en cuenta el costo, la disponibilidad y los efectos secundarios en el ecosistema acuático. El estudio de (Mardones et al., 2023) indica que, pese a que H_2O_2 es eficaz, su empleo constante puede provocar impactos negativos en el microbiota del agua. Por otro lado, el CaO, al ser más natural, podría resultar más seguro para el ecosistema manteniendo el equilibrio de las condiciones necesarias.

Dado el creciente interés en prácticas de acuicultura sostenibles, es esencial considerar no solo la efectividad de estos tratamientos, sino también su impacto a largo plazo en el medio ambiente. La investigación de (Buley et al., 2019) resalta la necesidad de estrategias de manejo que integren el uso de químicos en conjunto a la gestión ambiental, como la optimización de la calidad del agua y la reducción de la carga de nutrientes. Esto permitirá no solo el control de dinoflagelados, sino también la protección de la biodiversidad acuática.

El debate acerca de la eficacia de sustancias químicas en la regulación de dinoflagelados en sistemas camaroneros muestra un escenario complejo. Aunque algunos compuestos podrían

ser útiles para controlar estas proliferaciones, es necesario tener presente sus efectos secundarios y la alteración que puede causar en la biodiversidad. Es fundamental establecer un método de gestión que fusione recursos químicos con prácticas sustentables, para garantizar la salud de los ecosistemas acuáticos.

La valoración de compuestos como el H_2O_2 y CaO al proponerlos como tratamientos para la regulación de dinoflagelados en los sistemas de producción acuícola, ofrece datos de suma importancia acerca de los efectos y usos. Aunque los resultados iniciales indican una efectividad parecida a los otros estudios, es necesario realizar investigaciones adicionales para valorar su rendimiento en condiciones de campo y su efecto a largo plazo en los ecosistemas acuáticos, en particular investigaciones sobre la cal, ya que no existen numerosos estudios si tomamos en cuenta la cantidad de estudios del H_2O_2 .

En cuanto a los factores físicos químicos en los cultivos acuícolas se puede evidenciar que de estos depende en gran medida del manejo adecuado de diversos parámetros ambientales como la temperatura, el pH, la salinidad, el TAN (Total Ammonia Nitrogen), amoníaco, nitratos, y otros factores de calidad del agua. Estos factores no solo afectan el crecimiento y la salud de los camarones, sino que también están estrechamente relacionados con la aparición de fenómenos como las floraciones de dinoflagelados. Las floraciones de dinoflagelados pueden tener un impacto negativo en la calidad del agua y, por ende, en el cultivo de camarones.

Por esto se evidencia en los resultados obtenidos que los parámetros como la temperatura, el pH, la salinidad, y el TAN se mantuvieron dentro de rangos óptimos durante las semanas 1 y 2, lo cual es fundamental para el crecimiento saludable de los camarones. La estabilidad en estos parámetros es esencial para evitar el estrés en los camarones y promover un entorno propicio para su desarrollo. La temperatura, en particular, es un factor clave, ya que si las

fluctuaciones bajan a 24°C o superan los 30°C pueden provocar estrés térmico, afectando la fisiología del camarón, su metabolismo y su inmunidad (Wang et al., 2024). Los pH inestables pueden provocar trastornos metabólicos, lo que afecta la salud general de los camarones, tal como se observó en el análisis de los pH en las semanas 1 y 2.

La salinidad también juega un papel crucial, ya que niveles muy bajos o altos pueden afectar la osmorregulación del camarón. En la investigación presentada, se observó que la salinidad se mantuvo dentro de un rango controlado, lo cual es importante para el equilibrio iónico del organismo, evitando la deshidratación o alteraciones en los procesos fisiológicos (Burson et al., 2014). Estos resultados sugieren que el manejo adecuado de estos factores es fundamental para evitar el estrés y promover un ambiente saludable para el camarón.

Además, las floraciones de dinoflagelados pueden reducir la calidad del agua al disminuir los niveles de oxígeno disuelto, lo cual es crítico para los camarones. En condiciones de bajas concentraciones de oxígeno, los camarones pueden experimentar estrés, lo que puede alterar su crecimiento, inmunidad y comportamiento reproductivo (Mardones et al., 2022). Este fenómeno se observa particularmente en cultivos intensivos donde el exceso de nutrientes (nitrógeno, fósforo) y las condiciones de alta temperatura favorecen la proliferación de dinoflagelados .

En relación con los resultados obtenidos en las semanas 1 y 2 de este estudio, la estabilidad en los niveles de nutrientes y la temperatura probablemente ayudaron a prevenir floraciones masivas de dinoflagelados. Los niveles controlados de TAN, amoníaco y nitratos, así como el mantenimiento de un pH estable, contribuyen a un ambiente menos propenso a condiciones que favorezcan las floraciones. Sin embargo, es importante resaltar que el manejo de la alimentación y los fertilizantes es esencial para evitar la sobrecarga de nutrientes, lo que podría desencadenar floraciones.

En cuanto a las Estrategias de Manejo para Evitar los Efectos Negativos de las Floraciones una de las principales estrategias para minimizar los efectos negativos de las floraciones de dinoflagelados es el monitoreo constante de los parámetros de calidad del agua. Como se mencionó anteriormente, factores como la temperatura, pH, salinidad y nutrientes deben ser controlados estrictamente para evitar el estrés de los camarones. Es particularmente importante regular el uso de fertilizantes y controlar las concentraciones de nitrógeno y fósforo en el agua, ya que un exceso de estos nutrientes puede favorecer la proliferación de dinoflagelados, incluyendo los dinoflagelados (Murphy et al., 1990).

Además, la implementación de prácticas de manejo integrado como el uso de biofiltros, que ayuden a reducir las concentraciones de nutrientes en el agua, es otra medida efectiva para prevenir el crecimiento de dinoflagelados en exceso (Romeu et al., 2023). El uso de organismos biológicos competidores con los dinoflagelados también puede ser una estrategia viable para controlar sus concentraciones sin recurrir a productos químicos, lo que sería beneficioso tanto para la salud de los camarones como para el mantenimiento de un entorno acuático equilibrado.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusión

En la presente investigación se determinó la densidad inicial de dinoflagelados en un sistema de producción lo cual fue esencial para llegar a comprender su dinámica poblacional y establecer estrategias de manejo agua con su respectivo ajuste en la aplicación de insumos. En primer lugar, se determinó la población de dinoflagelados y mediante los estudios correspondientes se logró una reducción de 2.450 células/ml en la proliferación de dinoflagelados.

En busca del mejor tratamiento se determinó que el más eficiente fue el H_2O_2 con una reducción porcentual de 97% frente al CaO en las 2 semanas. El H_2O_2 en la segunda semana no produjo mayor eficiencia al realizar el doble de la dosis, pues se mantiene con la misma reducción de la primera semana, el CaO muestra en la primera semana una reducción del 75,6% seguida de una segunda semana con doble dosis donde se observó una menor eficiencia con una reducción de 48,1%.

Por último, se puede concluir que, si bien ambos insumos son efectivos en el control de proliferación de dinoflagelados, el H_2O_2 destaca por su mayor control en la proliferación de dinoflagelados y menor impacto sobre el pH y su compatibilidad en los rangos óptimos para el cultivo, sin embargo, el CaO al generar un ambiente que sea más alcalino puede llegar a limitar el crecimiento a microorganismos sensibles al pH elevado y creando estrés en los camarones.

Recomendaciones

Basado en los resultados obtenidos de la investigación, se proponen las siguientes recomendaciones para la aplicación de los insumos químicos H_2O_2 y CaO en sistemas productivos de camarón con el fin de poder controlar la proliferación de dinoflagelados.

La aplicación de peróxido de H_2O_2 , se recomienda utilizar una concentración de 3 L/Ha para una proliferación de dinoflagelados de 2500 células/ml siendo la más efectiva entre los 2 tratamientos, a su vez esta concentración ha demostrado ser efectiva frente a la doble dosis que es 6 L/Ha. La frecuencia en que debe ser aplicada es 5 a 7 días, dependiendo del comportamiento del crecimiento de los dinoflagelados en el sistema de producción.

La aplicación de CaO, se recomienda utilizar una concentración de 10kg/Ha siendo la más efectiva frente a la doble dosis 20 kg/Ha, teniendo mucho en cuenta la proliferación de dinoflagelados y el dependiendo mucho del pH Inicial dado que el CaO actúa aumentando el pH del agua, lo que inhibe el crecimiento del dinoflagelado, la frecuencia en que debe ser aplicado es 5 a 7 días. Se recomienda monitorear el pH antes y después de la aplicación, donde se recomienda mantener un pH en un rango de 7.5 a 8.5 para evitar algún efecto adverso en las piscinas de producción.

REFERENCIAS

- Acevedo-González, A., Siqueiros-Beltrones, D. A., & Gárate-Lizárraga, I. (2010). Dinoflagellates in shrimp culture ponds under typical production conditions. *CICIMAR Oceanides*, 25(1), 83–88. <https://doi.org/10.37543/oceanides.v25i1.83>
- Acuícola Emhora S.A. (2019). construcción operación y mantenimiento de una granja acuícola para el cultivo de camarón blanco. Gob.mx:8443. <https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgiraDocs/documentos/sin/estudios/2019/25SI2019PD047.pdf>
- Acuicola, P. (2022, October 19). Cómo reducir las concentraciones de dinoflagelados de una manera sostenible. *Panorama Acuícola Magazine*. <https://panoramaacuicola.com/2022/10/19/como-reducir-las-concentraciones-de-dinoflagelados-de-una-manera-sostenible/>
- Acuicola, P. (2022, octubre 19). Cómo reducir las concentraciones de dinoflagelados de una manera sostenible. *Panorama Acuícola Magazine*. <https://panoramaacuicola.com/2022/10/19/como-reducir-las-concentraciones-de-dinoflagelados-de-una-manera-sostenible/>
- Acuicultura. (2022, octubre 10). *Panorama acuícola magazine* septiembre-octubre 2022 vol. 27 no.6. Issuu. https://issuu.com/designpublications/docs/web_panorama_acuicola_27-6_septiembre_octubre_2022
- Acuicultura. (2023, enero 10). *Revista acuicultura* 150. Issuu. https://issuu.com/revista-cna/docs/revista_aquacultura_150_-_digital
- ATSDR. (2021, enero 25). Peróxido de hidrógeno (Hydrogen Peroxide). Cdc.gov. https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts174.html
- Betancur, J., Sánchez, S., Rodríguez, D. C., & Peñuela, G. (2017). Evaluación del efecto del peróxido de hidrógeno y estabilización alcalina con cal en el manejo de lodos reactivos e infecciosos1. <https://doi.org/10.22507/pml.v12na2>
- Bofill, F. C. (2021, February 13). Capacidad de oxigenación y desinfección del peróxido de hidrógeno en RAS. *infosalmon.cl*. <https://infosalmon.cl/capacidad-de-oxigenacion-y-desinfeccion-del-peroxido-de-hidrogeno-en-ras/>
- Boyd, C. E. (2017, July 31). La cal desempeña un papel crucial en el manejo de estanques acuícolas. *Global Seafood Alliance*.

- <https://www.globalseafood.org/advocate/la-cal-desempena-un-papel-crucial-en-el-manejo-de-estanques-acuicolas/>
- Buley, R. P., Yang, Z., Gladfelter, M. F., & Wilson, A. E. (2019). Controlling blue-green algal blooms in aquaculture ponds using hydrogen peroxide. Researchgate.net. https://www.researchgate.net/publication/332472108_Controlling_blue-green_algal_blooms_in_aquaculture_ponds_using_hydrogen_peroxide
 - calmosacorp. (2022, septiembre 21). Calizas y minerales favorecen el ciclo de muda del camarón. calmosacorp; Calmosacorp Calizas y Minerales. <https://www.calmosacorp.com/cal-y-minerales-para-camaroneras/>
 - Carbonato de Calcio en la Acuicultura. (2023, June 8). ▷ Cal, Carbonato de calcio, Zeolita, Baritina | Fabricantes Ecuador; Calmosacorp Calizas y Minerales. <https://www.calmosacorp.com/carbonato-de-calcio-en-la-acuicultura/>
 - Carvajal Toral, L. (2021, octubre 19). Uso de cales en fincas camaroneras - Clásico y Élite. Clásico y Élite. <https://www.balnova.com/uso-de-cales-en-fincas-camaroneras/>
 - CDE. (2022, febrero 17). Enfermedad y síntomas: Proliferaciones de algas marinas (agua salada). Cdc.gov. <https://www.cdc.gov/habs/es/environment.html>
 - Cedeño, A. M. (2017). Estudio de impacto ambiental ex - post de la camaronera ECSHICO, operación y mantenimiento. Wordpress.com. <https://maeguayas.files.wordpress.com/2015/10/borrador-esia-ecshico.pdf>
 - Cegarra, Á. (2022). Reefkeeping Fundamentals. Dinoflagelates. REEF2REEF Saltwater and Reef Aquarium Forum. <https://www.reef2reef.com/ams/dinoflagelates-a-disruptive-treatment.873/>
 - CICESE. (2022). Cuando la física y los dinoflagelados se conocen. Edu.Mx. <https://www.cicese.edu.mx/difusion/getDatosDifusionId/1110>
 - CNA. (2022, marzo 31). Camarón – Reporte de Exportaciones Ecuatorianas Totales. Cámara Nacional de Acuicultura; Cámara Nacional de Acuicultura. <https://www.cna-ecuador.com/estadisticas/>
 - Colina. (2022, December 29). Beneficios de utilizar hidróxido de calcio en estanques acuícolas. La Colina. <https://lacolina.com.ec/beneficios-de-utilizar-hidroxido-de-calcio-en-estanques-acuicolas/>

- Cuéllar, J., Lara, C., Morales, V., De Gracia, A., & Suárez, O. G. (2010). Manual de buenas prácticas de manejo para el cultivo del camarón blanco *Penaeus vannamei*. Core.ac.uk. <https://core.ac.uk/download/pdf/33720365.pdf>
- Denchak, M. (2019). Floraciones de algas nocivas de agua dulce 101. Nrdc.org. <https://www.nrdc.org/es/stories/floraciones-algas-nocivas-agua-dulce-101>
- Dubraska. (2023a, enero 20). Óptima calidad de agua para la producción de camarón. Molinos Champion. <https://www.molinoschampion.com/optima-calidad-de-agua-para-la-produccion-de-camaron/>
- Dubraska. (2023b, marzo 27). Parámetros de medición de agua para piscinas camaroneras. Molinos Champion. <https://www.molinoschampion.com/parametros-de-medicion-de-agua-para-piscinas-camaroneras/>
- Ebodio, M. B. (2017). Dinoflagelados (Dinoflagellata) tóxicos de la costa de Chiapas, México, Pacífico centro oriental. Scielo.sa.cr. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/cinn/v7n1/1659-4266-cinn-7-01-00039.pdf>
- Fabro Cerreia Fus, E. I. (2019). Dinoflagelados toxígenos en el Mar Argentino: diversidad, abundancia y toxinas asociadas. Universidad Nacional de La Plata.
- FAO. (2019). FAO fisheries & aquaculture. Fao.org. <https://www.fao.org/fishery/ar/countrysector/ec/es>
- Gallardo Rodríguez, J. J., Sánchez Mirón, A., García Camacho, F., Cerón García, M. C., Belarbi, E. H., & Molina Grima, E. (2010). Culture of dinoflagellates in a fed-batch and continuous stirred-tank photobioreactors: Growth, oxidative stress and toxin production. *Process Biochemistry* (Barking, London, England), 45(5), 660–666. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2009.12.018>
- Gallo, G. (2019). Los colores del mar: mareas rojas, bioluminiscencia y dinoflagelados. Inecol.mx. <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-item-25/ct-menu-item-27/17-ciencia-hoy/1699-los-colores-del-mar-mareas-rojas-bioluminiscencia-y-dinoflagelados>
- Galván, C. R., Valencia, S. J., Lozano, M. E., Villegas, M., Cabrera, S., Luna, G., Segura, C., Villeda, G., & Solórzano, S. (2023). Eficacia del peróxido de hidrógeno para efectuar la descontaminación. Medigraphic.com. <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=114480&IDPUBLICACION=10596&IDRE>

VISTA=15&NOMBRE=Enfermedades%20Infecciosas%20y%20Microbiolog%ED
a

- Hanna, E. (2020). Calidad de agua en el cultivo de camarones: CAMARONICULTURA. Hannacolombia.com. <https://www.hannacolombia.com/aqua/blog/item/calidad-de-agua-en-el-cultivo-de-camarones-camaronicultura>
- Him, P., Cheng, T. H., Man, K. Y., Huang, L., Cheng, K. P., Lim, K. Z., Chan, C. H., Kam, M. H. Y., Zhang, J., Marques, A. R. P., & St-Hilaire, S. (2023). Hydrogen peroxide as a mitigation against *Microcystis* sp. bloom. *Aquaculture* (Amsterdam, Netherlands), 577(739932), 739932. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2023.739932>
- Horcalsa. (2023, febrero 20). Uso de la cal en la industria del cultivo del camarón. Horcalsa. <https://www.horcalsa.com/blog/uso-de-la-cal-en-la-industria-del-cultivo-del-camaron/>
- Mardones, J. I., Paredes-Mella, J., Flores-Leñero, A., Yarimizu, K., Godoy, M., Artal, O., Corredor-Acosta, A., Marcus, L., Cascales, E., Pablo Espinoza, J., Norambuena, L., Garraud, R. D., González, H. E., & Iriarte, J. L. (2023). Extreme harmful algal blooms, climate change, and potential risk of eutrophication in Patagonian fjords: Insights from an exceptional *Heterosigma akashiwo* fish-killing event. *Progress in Oceanography*, 210(102921), 102921. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2022.102921>
- Moreno Andrés, J., Romero Martínez, L., Seoane, S., Acevedo Merino, A., Moreno Garrido, I., & Nebot, E. (2023). Evaluation of algacide effectiveness of five different oxidants applied on harmful phytoplankton. *Journal of Hazardous Materials*, 452(131279), 131279. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2023.131279>
- Moreno, N. M. C. (2017). Reducción de la materia orgánica disuelta, mediante el peróxido de hidrógeno como tratamiento independiente, después de cada proceso del tratamiento (físico - químico) de aguas industriales provenientes de la actividad petrolera hacia la empresa PLUSAMBIENTE S.A. Edu.ec. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/11138/1/236T0440.pdf>
- Pal, M., Yesankar, P. J., Dwivedi, A., & Qureshi, A. (2020). Biotic control of harmful algal blooms (HABs): A brief review. *Journal of Environmental Management*, 268(110687), 110687. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110687>

- Perin, L. S., Moraes, G. V., Galeazzo, G. A., & Oliveira, A. G. (2022). Bioluminescent dinoflagellates as a bioassay for toxicity assessment. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(21), 13012. <https://doi.org/10.3390/ijms232113012>
- Piedrahita, Y. (2018, julio 23). La industria de cultivo de camarón en Ecuador, parte 1. Global Seafood Alliance. <https://www.globalseafood.org/advocate/la-industria-de-cultivo-de-camaron-en-ecuador-parte-1/>
- Prilabsa. (2024). Peróxido de hidrógeno. Prilabsa.com. <https://prilabsa.com/producto/peroxido-de-hidrogeno/>
- Prilabsa. (2024). PERÓXIDO DE HIDRÓGENO. Prilabsa.com. <https://prilabsa.com/producto/peroxido-de-hidrogeno/>
- Romero, L., Huamaní, A., Sánchez, S., & Hernández-Becerril, D. U. (2022). Floración algal nociva del dinoflagelado *Blixaea quinquecornis* en el Perú. *Revista peruana de biología*, 29(1), e19348. <https://doi.org/10.15381/rpb.v29i1.19348>
- Rugel, V., Torres, C., Ortega, M. E., Pinargote, C. M., Cano, D. A., & Poveda, C. M. (2022). Proliferación de dinoflagelados. Licdn.com. https://media.licdn.com/dms/document/media/C4E1FAQGoa-i9xN8K0g/feedshare-document-pdf-analyzed/0/1676318402109?e=1712188800&v=beta&t=dA1oDqIeO7Qu7KIWsvU8KHQLGUnvevuuYamJIYx4O_k
- Rugel, V., Torres, C., Ortega, M. E., Pinargote, C. M., Cano, D. A., & Poveda, C. M. (2022, octubre 19). Cómo reducir las concentraciones de dinoflagelados de una manera sostenible. Skretting.com. <https://www.skretting.com/siteassets/local-folders/ecuador/boletines-ecuador/29-como-reducir-las-concentraciones-de-dinoflagelados-de-una-manera-sostenible2.pdf?v=4ad035>
- Sánchez, A. M., Vayas, T., Mayorga, F., & Freire, C. (2019). Pesca y acuicultura en Ecuador. Edu.ec. <https://obest.uta.edu.ec/wp-content/uploads/2020/08/Pesca-y-acuicultura-en-Ecuador-1.pdf>
- Sánchez, S., Delgado, E., Bernal, A., Jacobo, N., Franco, A., & Correa, D. (2022). Floraciones algales nocivas en la costa peruana durante El Niño Costero 2017 y su relación con las condiciones ambientales. Gob.pe. <https://revistas.imarpe.gob.pe/index.php/boletin/article/view/347>

- Saul. (2020, julio 28). Preparación del terreno en la cría camaronera (II). Molinos Champion. <https://www.molinoschampion.com/preparacion-del-terreno-en-la-cria-camaronera-ii/>
- Solvay. (2021). Piscicultura Eco Sostenible Chireno - El peróxido de hidrógeno como alternativa de emergencia en acuicultura. Pisciculturaecososteniblechireno.com. <https://www.pisciculturaecososteniblechireno.com/blog/entradas/el-per%C3%B3xido-de-hidr%C3%B3geno-como-alternativa-de-emergencia-en-acuicultura>
- Sonnenholzner, S., & Medina, X. (2022, julio 1). Evaluación de materiales calcáreos utilizados en el cultivo del camarón. La Colina. <https://lacolina.com.ec/evaluacion-de-materiales-calcareos-utilizados-en-el-cultivo-del-camaron/>
- Suárez Guerrón, A., Molina Poveda, C., Espinoza Ortega, M., & Aldama Cano, D. (2022). Evaluación de insumos acuícolas para bajar la carga bacteriana en el agua de cultivo del camarón. Skretting.com. <https://www.skretting.com/siteassets/local-folders/ecuador/boletines-ecuador/30-evaluacion-de-insumos-acuicolas-para-bajar-la-carga-bacteriana.pdf?v=4aefc1>
- Torres, C., Ortega, M. E., Pinargote, C. M., Cano, D. A., Molina-Poveda, C., & Rugel, V. (2022). Cómo reducir las concentraciones de dinoflagelados de una manera sostenible. Skretting.com. <https://www.skretting.com/siteassets/local-folders/ecuador/boletines-ecuador/29-como-reducir-las-concentraciones-de-dinoflagelados-de-una-manera-sostenible2.pdf?v=4ad035>
- Torres. (2021). Vista de Eventos de mareas rojas: estrategias de manejo preventivas en Ecuador. Edu.ec. <https://revistas.ug.edu.ec/index.php/rug/article/view/863/1144>
- Valarezco, A. D. (2018). Eliminación de *escherichia coli* en agua de mar mediante los procesos de oxidación avanzada. Edu.ec. <https://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/20.500.11962/22384/1/Valarezco%20Armijos%20Cristina.pdf>
- Valbuena, E., & González, L. (2021, abril 29). Efectos de la calidad de agua con presencia de gregarinas y epibiontes en el crecimiento del camarón en un ciclo de cultivo. Issuu. https://issuu.com/revista-cna/docs/edicion_140/s/12192044
- Valverde, J. (2020). manejo de la calidad del agua en el cultivo de camarones: análisis de un caso. Agearthecuador.org.

<https://www.agearthecuador.org/wp2020/2021/02/10/manejo-de-la-calidad-del-agua-en-el-cultivo-de-camarones-analisis-de-un-caso/>

- Velásquez López, P. C., Solorzano Reyes, J. F., Ochoa Pereira, P. M., Solano Motoche, G. W., Quizhpe Cordero, P., & Guillen Añasco, R. M. (2023). Caracterización de la calidad del agua durante el cultivo del camarón *Litopenaeus vannamei* con agua dulce en el Sur del Ecuador. *Journal of the Selva Andina Animal Science*, 10(2), 74–87. <https://doi.org/10.36610/j.jsaas.2023.100200074>
- Burson, A., Matthijs, H. C. P., de Bruijne, W., Talens, R., Hoogenboom, R., Gerssen, A., Visser, P. M., Stomp, M., Steur, K., van Scheppingen, Y., & Huisman, J. (2014). Termination of a toxic *Alexandrium* bloom with hydrogen peroxide. *Harmful Algae*, 31, 125–135. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2013.10.017>
- Mardones, J. I., Flores-Leñero, A., Pinto-Torres, M., Paredes-Mella, J., & Fuentes-Alburquenque, S. (2022). Mitigation of marine dinoflagellates using hydrogen peroxide (H₂O₂) increases toxicity towards epithelial gill cells. *Microorganisms*, 11(1), 83. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11010083>
- Martínez-Cordero, F. J., Sánchez-Zazueta, E., Aguilar Medina, V., & Pérez Enríquez, R. (2015). Eficiencia técnica y ambiental de la camaronicultura en Nayarit aplicando el índice de Malmquist. *Estudios Sociales Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*, 23(45), 237–260. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-45572015000100010
- Moreno-Andrés, J., Romero-Martínez, L., Seoane, S., Acevedo-Merino, A., Moreno-Garrido, I., & Nebot, E. (2023). Evaluation of algacide effectiveness of five different oxidants applied on harmful phytoplankton. *Journal of Hazardous Materials*, 452(131279), 131279. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2023.131279>
- Murphy, T. P., Prepas, E. E., Lim, J. T., Crosby, J. M., & Walty, D. T. (1990). Evaluation of calcium carbonate and calcium hydroxide treatments of prairie drinking water dugouts. *Lake and reservoir management*, 6(1), 101–108. <https://doi.org/10.1080/07438149009354700>
- Romeu, M. J., Morais, J., Vasconcelos, V., & Mergulhão, F. (2023). Effect of hydrogen peroxide on cyanobacterial biofilms. *Antibiotics (Basel, Switzerland)*, 12(9), 1450. <https://doi.org/10.3390/antibiotics12091450>

- Wang, R., Cheng, Y., Wan, Q., Cao, R., Cai, J., Huang, T., & Wen, G. (2024). Emergency control of dinoflagellate bloom in freshwater with chlorine enhanced by solar radiation: Efficiency and mechanism. *Water Research*, 265(122275), 122275. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2024.122275>
- Yang, Z., Buley, R. P., Fernandez-Figueroa, E. G., Barros, M. U. G., Rajendran, S., & Wilson, A. E. (2018). Hydrogen peroxide treatment promotes chlorophytes over toxic cyanobacteria in a hyper-eutrophic aquaculture pond. *Environmental Pollution* (Barking, Essex: 1987), 240, 590–598. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.05.012>
- David, A. R. S., & Monserrath, D. P. T. (2018). Estudio para la eliminación de Enterococos presentes en aguas de la industria piscícola mediante procesos de oxidación avanzada. *Edu.ec*. <https://dspace.utpl.edu.ec/handle/20.500.11962/21863>
- Hincapié-Mejía, G. M., David Ocampo, G. M., & Restrepo, J. M. M. (2011). Fotocatálisis Heterogénea y Foto-Fenton Aplicadas al Tratamiento de Aguas de Lavado de la Producción de Biodiesel. *Scielo.cl*. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642011000200005&lng=en&nrm=iso&tlng=en
- INCAR. (2023, marzo 31). Investigación de INCAR profundiza conocimiento sobre el Peróxido de Hidrógeno. *Noticias UdeC*. <https://noticias.udec.cl/investigacion-de-incar-profundiza-conocimiento-sobre-el-peroxido-de-hidrogeno/>
- Ortega-Gómez, E., Esteban García, B., Ballesteros Martín, M. M., Fernández Ibáñez, P., & Sánchez Pérez, J. A. (2014). Inactivation of natural enteric bacteria in real municipal wastewater by solar photo-Fenton at neutral pH. *Water Research*, 63, 316–324. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2014.05.03>
- Pablos, C., Marugán, J., van Grieken, R., & Serrano, E. (2013). Emerging micropollutant oxidation during disinfection processes using UV-C, UV-C/H₂O₂, UV-A/TiO₂ and UV-A/TiO₂/H₂O₂. *Water Research*, 47(3), 1237–1245. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2012.11.041>
- Quintanilla, A., Casas, J., Mohedano, A., & Rodríguez, J. (2006). Reaction pathway of the catalytic wet air oxidation of phenol with a Fe/activated carbon catalyst. *Applied Catalysis. B, Environmental*, 67(3–4), 206–216. <https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2006.05.003>

ANEXOS

Tabla 2

Densidad Inicial de Dinoflagelados en Muestras de Agua en Sistema de Producción

DINOFLAGELADOS	
SEMANA 1	
Fecha	Dinoflagelados (cel/ml)
30/8/2024	2.500
SEMANA 2	
Fecha	Dinoflagelados (cel/ml)
4/9/2024	2.000

Tabla 3.

Datos recopilados de Dinoflagelados de la semana 1 con un respectivo periodo de tiempo.

30 - 31/08/2024 - SEMANA 1				
Producto	4H	8H	24H	Promedio
Control	2.000	1.900	1.600	1.833
Peróxido- Replica 1	1.000	900	100	667
Peróxido- Replica 2	700	600	100	467
Peróxido- Replica 3	900	800	50	583
Peróxido- Replica 4	850	750	50	550
Óxido de calcio- Replica 1	1.000	900	400	767
Óxido de calcio- Replica 2	900	800	700	800
Óxido de calcio- Replica 3	1.050	950	400	800
Óxido de calcio- Replica 4	900	800	450	717

Tabla 4.

Datos recopilados de dinoflagelados de la semana 2 con un respectivo periodo de tiempo.

04 - 05/09/2024 – SEMANA 2				
Producto	4H	8H	24H	Promedio
Control	1.950	1.800	1.600	1.783
Peróxido- Replica 1	1.700	900	50	883
Peróxido- Replica 2	1.950	1.150	50	1.050
Peróxido- Replica 3	1.700	900	100	900
Peróxido- Replica 4	1.500	700	50	750
Óxido de calcio- Replica 1	1.500	700	400	867

Óxido de calcio- Replica 2	2.000	1.800	1.450	1.750
Óxido de calcio- Replica 3	1.900	1.700	1.400	1.667
Óxido de calcio- Replica 4	1.850	1.050	900	1.267

Tabla 5.

Datos recopilados del pH de la muestra de agua de la semana 1.

Control de pH en muestra de agua – Semana 1						
30/8/2024						
Producto	Dosis	pH antes de apli.	pH 30 min desp-aplica.	pH 60 min desp-aplica.	pH120 min desp-aplica.	24 horas desp-aplica.
Control	Sin producto	8,22	8,52	8,71	8,89	8,81
	0,3 µl/L	8,22	8,56	8,52	8,48	8,39
Peróxido- Replica 2	0,3 µl/L	8,22	8,57	8,53	8,49	8,4
Peróxido- Replica 3	0,3 µl/L	8,22	8,54	8,52	8,50	8,41
Peróxido- Replica 4	0,3 µl/L	8,22	8,56	8,54	8,51	8,4
Óxido de calcio- Replica 1	1 mg/L	8,22	9,33	9,53	9,72	9,47
Óxido de calcio- Replica 2	1 mg/L	8,22	9,30	9,45	9,60	9,44
Óxido de calcio- Replica 3	1 mg/L	8,22	9,41	9,59	9,76	9,53
Óxido de calcio- Replica 4	1 mg/L	8,22	9,3	9,45	9,51	9,32

Tabla 6.

Datos recopilados de parámetros de la muestra de agua de la semana 1.

Toma de parámetros (ml/L)													
Producto	Dosis	Temperatura	pH	Salinidad	TAN	NH3	NO2	NO3	H2S	PO4	SiO2	N/P	Alcalinidad
30/8/2024													
control	Sin producto	26,41	8,22	27,00	0,08	0,007	0,023	3,1	0,03	0,44	0,14	7,28	146
24 horas después													
31/8/2024													
control	Sin producto	26,53	8,81	28	0,1	0,026	0,001	3,46	0,01	0,05	0,22	71,22	146
Peróxido- Replica 1	0,3 µl/L	26,53	8,39	29	0,02	0,002	0,105	2,97	0,02	0,64	0,3	4,84	148
Peróxido- Replica 2	0,3 µl/L	26,53	8,40	29	0,02	0,002	0,118	5,45	0,03	0,65	0,36	8,60	149
Peróxido- Replica 3	0,3 µl/L	26,53	8,41	29	0,02	0,002	0,105	5,14	0,02	0,83	0,38	6,34	144
Peróxido- Replica 4	0,3 µl/L	26,53	8,40	29	0,02	0,002	0,122	5,05	0,03	0,74	0,32	7,02	150

Óxido de calcio-Replica 1	1 mg/L	26,53	9,47	30	0,08	0,049	0,007	4,56	0,03	0,14	1,6	33,19	98
Óxido de calcio-Replica 2	1 mg/L	26,53	9,44	30	0,05	0,030	0,007	5,58	0,03	0,13	1,4	43,36	105
Óxido de calcio-Replica 3	1 mg/L	26,53	9,53	30	0,02	0,013	0,013	5,14	0,02	0,18	1,65	28,74	90
Óxido de calcio-Replica 4	1 mg/L	26,53	9,32	30	0,08	0,042	0,007	4,16	0,01	0,1	1,25	42,47	105

Tabla 7.

Datos recopilados del pH de la muestra de agua de la semana 2

Control de pH en muestra de agua – Semana 2						
5/9/2024						
Producto	Dosis	pH antes de apli.	pH 30 min desp.	pH 60 min desp aplic	pH 120 min desp aplic	24 horas desp. aplica.
control	Sin producto	9,18	9,23	9,27	9,40	9,56
Peróxido-Replica 1	0,6 µL/L	9,18	9,25	9,30	9,32	9,5
Peróxido-Replica 2	0,6 µL/L	9,18	9,2	9,23	9,31	9,51
Peróxido-Replica 3	0,6 µL/L	9,18	9,21	9,27	9,35	9,5
Peróxido-Replica 4	0,6 µL/L	9,18	9,22	9,22	9,21	8,98
Óxido de calcio-Replica 1	2 mg/L	9,18	9,18	9,20	9,19	8,94
Óxido de calcio-Replica 2	2 mg/L	9,18	9,19	9,17	9,17	8,91
Óxido de calcio-Replica 3	2 mg/L	9,18	9,18	9,18	9,17	8,91
Óxido de calcio-Replica 4	2 mg/L	9,18	9,18	9,20	9,19	8,91

Tabla 8.

Datos recopilados de parámetros de la muestra de agua de la semana 2

Toma de parámetros (ml/L)													
Producto	Dosis	Temperatura	pH	Salinidad	TAN	NH3	N02	NO3	H2S	PO4	SiO2	N/P	Alcalinidad
5/9/2024													
control	Sin producto	25,58	9,18	29	0,02	0,009	0,003	2,3	0,01	0,37	0,1	6,24	171
24 horas después													
6/9/2024													
control	Sin producto	25,62	8,81	29	0,52	0,128	0,003	4,56	0,04	0,42	1,1	11,38	176
Peróxido- Replica 1	0,6 µ/L	25,62	8,39	29	0,12	0,013	0,003	4,83	0,04	0,3	1,75	16,22	84
Peróxido- Replica 2	0,6 µ/L	25,62	8,40	29	0,12	0,013	0,003	5,36	0,01	0,19	1,4	28,33	97
Peróxido- Replica 3	0,6 µ/L	25,62	8,41	29	0,05	0,005	0,003	6,11	0,03	0,07	1,45	87,34	114
Peróxido- Replica 4	0,6 µ/L	25,62	8,40	29	0,05	0,005	0,003	5,76	0,06	0,26	1,45	22,21	131
Óxido de calcio- Replica 1	2 mg/L	25,62	9,47	29	0,27	0,162	0,03	4,74	0,06	1,25	0,74	4,09	174
Óxido de calcio- Replica 2	2 mg/L	25,62	9,44	29	0,27	0,157	0,036	4,83	0,04	1,25	0,76	4,17	175
Óxido de calcio- Replica 3	2 mg/L	25,62	9,53	29	0,43	0,272	0,036	3,32	0,04	1,4	0,88	2,84	174
Óxido de calcio- Replica 4	2 mg/L	25,62	9,32	29	0,01	0,005	0,023	4,65	0,04	1,3	0,84	3,61	173

CONTEO CELULAR DE FITOPLANCTON EN MUESTRAS DE AGUA PARA LA SEMANA 1 Y 2.

Tabla 9.

Recopilación de datos semana 1

FITOPLANCTON - SEMANA 1										
Fecha	producto	Dosis	Cyanophytas (cel/ml)	Diatomeas (cel/ml)	Clorofytas (cel/ml)	Chatonella (cel/ml)	Dinoflagelados (cel/ml)	Euglenophytas (cel/ml)	Protozoarios (cel/ml)	TOTAL, FITOPLANCTON
30/8/2024	control	Sin producto	690.000	100.000	170.000	900	2.500	500	200	964.100
4 horas después										
30/8/2024	control	Sin producto	610.000	140.000	160.000	550	2.000	450	200	913.200
30/8/2024	Peróxido- Réplica 1	0,3 µ/L	300.000	80.000	100.000	500	1.000	350	100	481.950
30/8/2024	Peróxido- Réplica 2	0,3 µ/L	250.000	110.000	150.000	350	700	250	100	511.400
30/8/2024	Peróxido- Réplica 3	0,3 µ/L	250.000	100.000	130.000	350	900	250	50	481.550
30/8/2024	Peróxido- Réplica 4	0,3 µ/L	230.000	100.000	110.000	300	850	200	100	441.450
30/8/2024	Óxido de calcio- Réplica 1	1 mg/L	540.000	50.000	120.000	250	1.000	250	200	711.700

30/8/2024	Óxido de calcio-Réplica 2	1 mg/L	520.000	110.000	100.000	400	900	200	100	731.600
30/8/2024	Óxido de calcio-Réplica 3	1 mg/L	580.000	170.000	120.000	300	1.050	200	50	871.600
30/8/2024	Óxido de calcio-Réplica 4	1 mg/L	530.000	140.000	100.000	200	900	200	100	771.400
8 horas después										
30/8/2024	control	Sin producto	600.000	130.000	150.000	450	1.900	350	190	882.890
30/8/2024	Peróxido-Réplica 1	0,3 µ/L	290.000	70.000	90.000	400	900	250	90	451.640
30/8/2024	Peróxido-Réplica 2	0,3 µ/L	240.000	100.000	140.000	250	600	150	90	481.090
30/8/2024	Peróxido-Réplica 3	0,3 µ/L	240.000	90.000	120.000	250	800	150	40	451.240
30/8/2024	Peróxido-Réplica 4	0,3 µ/L	220.000	90.000	100.000	200	750	100	90	411.140
30/8/2024	Óxido de calcio-Réplica 1	1 mg/L	530.000	40.000	110.000	150	900	150	190	681.390
30/8/2024	Óxido de calcio-Réplica 2	1 mg/L	510.000	100.000	90.000	300	800	100	90	701.290
30/8/2024	Óxido de calcio-Réplica 3	1 mg/L	570.000	160.000	110.000	200	950	100	40	841.290
30/8/2024	Óxido de calcio-Réplica 4	1 mg/L	520.000	130.000	90.000	100	800	100	90	741.090
24 horas después										
31/8/2024	control	Sin producto	500.000	100.000	110.000	900	1.600	100	200	712.800
31/8/2024	Peróxido-Réplica 1	0,3 µ/L	130.000	70.000	80.000	100	100	50	50	280.300
31/8/2024	Peróxido-Réplica 2	0,3 µ/L	100.000	50.000	90.000	50	100	50	50	240.250
31/8/2024	Peróxido-Réplica 3	0,3 µ/L	100.000	40.000	90.000	0	50	50	50	230.150
31/8/2024	Peróxido-Réplica 4	0,3 µ/L	80.000	50.000	80.000	0	50	0	0	210.050
31/8/2024	Óxido de calcio-Réplica 1	1 mg/L	290.000	70.000	90.000	50	400	50	50	450.550
31/8/2024	Óxido de calcio-Réplica 2	1 mg/L	400.000	60.000	60.000	100	700	50	50	520.900
31/8/2024	Óxido de calcio-Réplica 3	1 mg/L	370.000	80.000	70.000	50	400	50	50	520.550
31/8/2024	Óxido de calcio-Réplica 4	1 mg/L	350.000	70.000	70.000	50	450	100	50	490.650

Tabla 10.

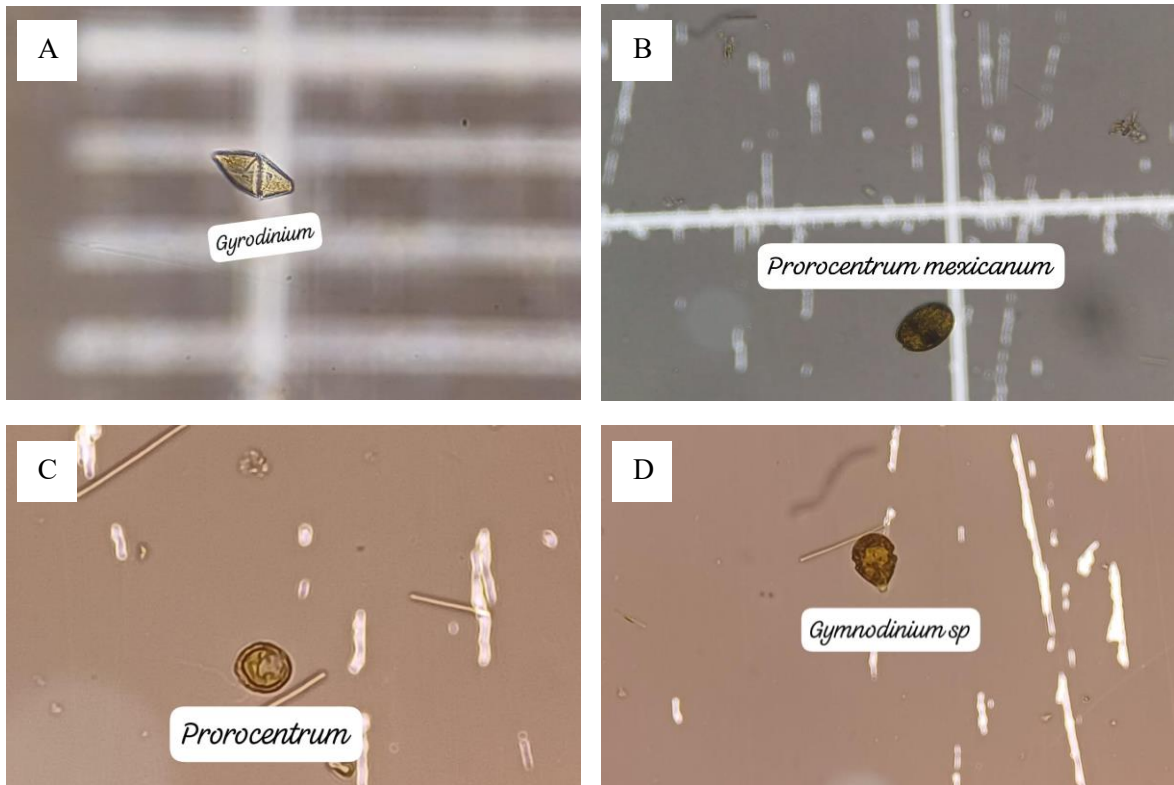
Recopilación de datos semana 2

FITOPLANCTON - SEMANA 2										
Fecha	producto	Dosis	Cyanophytas (cel/ml)	Diatomeas (cel/ml)	Clorophytas (cel/ml)	Chatonella (cel/ml)	Dinoflagelados (cel/ml)	Euglenophytas (cel/ml)	Protozoarios (cel/ml)	TOTAL, FITOPLANTON
4/9/2024	control	Sin producto	6.200	60.000	220.000	2.800	2.000	1.500	350	292.850
4 horas después										
4/9/2024	control	Sin producto	590.000	70.000	200.000	2.700	1.950	1.000	300	865.950
4/9/2024	Peróxido - Réplica 1	0,6 µl/L	160.000	30.000	100.000	0	1.700	750	0	292.450
4/9/2024	Peróxido - Réplica 2	0,6 µl/L	150.000	20.000	60.000	0	1.950	600	0	232.550
4/9/2024	Peróxido - Réplica 3	0,6 µl/L	240.000	20.000	80.000	0	1.700	650	0	342.350
4/9/2024	Peróxido - Réplica 4	0,6 µl/L	230.000	30.000	50.000	0	1.500	650	0	312.150
4/9/2024	Óxido de calcio- Réplica 1	2 mg/L	450.000	40.000	150.000	1.250	1.500	600	250	643.600
4/9/2024	Óxido de calcio- Réplica 2	2 mg/L	400.000	40.000	130.000	1.250	2.000	450	200	573.900
4/9/2024	Óxido de calcio- Réplica 3	2 mg/L	400.000	40.000	140.000	1.700	1.900	400	200	584.200
4/9/2024	Óxido de calcio- Réplica 4	2 mg/L	400.200	50.000	110.000	1.450	1.850	400	250	564.150
8 horas después										
4/9/2024	control	Sin producto	580.000	60.000	190.000	1.700	1.800	1.800	450	835.750
4/9/2024	Peróxido - Réplica 1	0,6 µl/L	150.000	20.000	90.000	0	900	650	0	261.550
4/9/2024	Peróxido - Réplica 2	0,6 µl/L	130.000	15.000	50.000	0	1.150	500	0	196.650
4/9/2024	Peróxido - Réplica 3	0,6 µl/L	230.000	15.000	70.000	0	900	550	0	316.450
4/9/2024	Peróxido - Réplica 4	0,6 µl/L	220.000	15.000	40.000	0	700	550	0	276.250
4/9/2024	Óxido de calcio- Réplica 1	2 mg/L	440.000	30.000	140.000	450	700	400	200	611.750
4/9/2024	Óxido de	2 mg/L	390.000	30.000	120.000	450	1.800	250	150	542.650

	calcio- Réplica 2									
4/9/2024	Óxido de calcio- Réplica 3	2 mg/L	390.000	30.000	130.000	900	1.700	350	150	553.100
4/9/2024	Óxido de calcio- Réplica 4	2 mg/L	390.200	40.000	100.000	650	1.050	200	200	532.300
24 horas después										
5/9/2024	control	Sin product o	270.000	30.000	100.000	800	1.600	2.250	500	405.150
5/9/2024	Peróxido - Réplica 1	0,6 µl/L	100.000	10.000	50.000	0	50	0	0	160.050
5/9/2024	Peróxido - Réplica 2	0,6 µl/L	100.000	10.000	40.000	0	50	0	0	150.050
5/9/2024	Peróxido - Réplica 3	0,6 µl/L	90.000	10.000	60.000	0	100	0	0	160.100
5/9/2024	Peróxido - Réplica 4	0,6 µl/L	50.000	10.000	40.000	0	50	0	0	100.050
5/9/2024	Óxido de calcio- Réplica 1	2 mg/L	280.000	20.000	110.000	150	400	150	100	410.800
5/9/2024	Óxido de calcio- Réplica 2	2 mg/L	260.000	10.000	70.000	100	1.450	200	50	341.800
5/9/2024	Óxido de calcio- Réplica 3	2 mg/L	250.000	30.000	80.000	100	1.400	300	50	361.850
5/9/2024	Óxido de calcio- Réplica 4	2 mg/L	260.000	10.000	70.000	50	900	100	0	341.050

Figura 32.

Identificación de Dinoflagelados en la muestra de Agua



Nota. A: *Gyrodinium*, B: *Prorocentrum mexicanum*, C: *Prorocentrum*, D: *Gymnodinium sp*.

Figura 33.

Proceso de aplicación H_2O_2 y CaO en respectivos vasos precipitados de 1000 ml.



Figura 34.

Se presenta muestras rotuladas antes y después de la aplicación de H₂O₂ y CaO en sus respectivos vasos precipitados.



CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO

Certifico que después de revisar el documento final del trabajo de titulación denominado “EFICIENCIA DE INSUMOS QUÍMICOS EN EL CONTROL DE LA PROLIFERACIÓN DE DINOFLAGELADOS EN SISTEMAS PRODUCTIVOS DE CAMARÓN.” presentado por el estudiante, Hidalgo Herrera Brandon Stalin fue enviado al Sistema Anti-plagio COMPILATIO, presentando un porcentaje de similitud correspondiente al 2%, por lo que se aprueba el trabajo para que continúe con el proceso de titulación.

TUTOR

MSc. Pablo Lombeida Terranova