



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE ACUICULTURA

Variación espacial de la concentración de alcalinidad y dureza del agua de piscinas camaroneras de la Provincia de El Oro

**CANGO AGUILAR ANA PAULA
INGENIERA ACUICOLA**

**NEIRA MENDOZA KEVIN ALEXANDER
INGENIERO ACUICOLA**

**MACHALA
2023**



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE ACUICULTURA

**Variación espacial de la concentración de alcalinidad y dureza del
agua de piscinas camaroneras de la Provincia de El Oro**

**CANGO AGUILAR ANA PAULA
INGENIERA ACUICOLA**

**NEIRA MENDOZA KEVIN ALEXANDER
INGENIERO ACUICOLA**

**MACHALA
2023**



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE ACUICULTURA

PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

**Variación espacial de la concentración de alcalinidad y dureza del
agua de piscinas camaroneras de la Provincia de El Oro**

**CANGO AGUILAR ANA PAULA
INGENIERA ACUICOLA**

**NEIRA MENDOZA KEVIN ALEXANDER
INGENIERO ACUICOLA**

VELASQUEZ LOPEZ PATRICIO COLON

**MACHALA
2023**

TESIS ANA CANGO Y KEVIN NEIRA

por Ana Paula Cango Aguilar

Fecha de entrega: 06-oct-2023 02:47p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2187852377

Nombre del archivo: TESIS_ANA_CANGO_Y_KEVIN_NEIRA.docx (2M)

Total de palabras: 11168

Total de caracteres: 53564

TESIS ANA CANGO Y KEVIN NEIRA

INFORME DE ORIGINALIDAD

7 %

INDICE DE SIMILITUD

7 %

FUENTES DE INTERNET

1 %

PUBLICACIONES

1 %

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unicach.mx Fuente de Internet	1 %
2	www.researchgate.net Fuente de Internet	1 %
3	revistabiociencias.uan.mx Fuente de Internet	1 %
4	dspace.espol.edu.ec Fuente de Internet	1 %
5	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	1 %
6	repositorio.ucsg.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
7	abanicoacademico.mx Fuente de Internet	<1 %
8	Submitted to Universidad San Francisco de Quito Trabajo del estudiante	<1 %
9	www.clubensayos.com Fuente de Internet	

<1 %

10

ri.ues.edu.sv

Fuente de Internet

<1 %

11

ar.scribd.com

Fuente de Internet

<1 %

12

www.aquahoy.com

Fuente de Internet

<1 %

13

Submitted to Universidad Técnica de Machala

Trabajo del estudiante

<1 %

14

rraae.cedia.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

15

Submitted to Pontificia Universidad Católica del Ecuador - PUCE

Trabajo del estudiante

<1 %

16

Submitted to Escuela Superior Politécnica del Litoral

Trabajo del estudiante

<1 %

17

aes.ucf.edu.cu

Fuente de Internet

<1 %

18

hdl.handle.net

Fuente de Internet

<1 %

19

pdacrsp.oregonstate.edu

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 15 words

Excluir bibliografía

Activo

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

Los que suscriben, CANGO AGUILAR ANA PAULA y NEIRA MENDOZA KEVIN ALEXANDER, en calidad de autores del siguiente trabajo escrito titulado Variación espacial de la concentración de alcalinidad y dureza del agua de piscinas camaroneras de la Provincia de El Oro, otorgan a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tienen potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

Los autores declaran que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

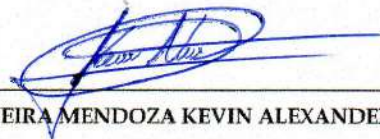
Los autores como garantes de la autoría de la obra y en relación a la misma, declaran que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asumen la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.



CANGO AGUILAR ANA PAULA

0704619790



NEIRA MENDOZA KEVIN ALEXANDER

0750052052

DEDICATORIA

A mis padres, Ma. Eugenia Aguilar y Renan Cango, les agradezco por ser los pilares de mi vida. Su amor y apoyo me han sostenido en los momentos difíciles y han sido la fuente de mi motivación. Sin su orientación, este logro no sería posible. A mis hermanos, Javier y Francisco, les agradezco por ser mi constante fuente de alegría, compañía y por apoyarme a cumplir mis sueños.

A mi querida abuelita Mami Marujita, quien ha sido mi fuente de sabiduría y amor desde que era una niña, le agradezco por su apoyo inquebrantable.

A mis abuelos que son quienes me han guiado, Papi Vituco (+), Papi Héctor (+), Mami Rosa (+). Aunque ya no estén físicamente a mi lado, sus valores siguen vivos en mi corazón y espero que se sientan orgullosos de mí.

También quiero dedicarles a todas las personas que de una u otra forma han aportado en mi vida para poder llegar hasta este punto de mi vida, por apoyarme y aconsejarme.

Y finalmente, a mi leal compañero de cuatro patas, Hope, quien ha estado a mi lado en las noches largas de estudio y en los momentos que necesitaba una compañía.

Ana Paula Cango.

A mis padres, Jairo Neira y Beatriz Mendoza, quienes con amor incondicional y perseverancia me han acompañado en cada paso de mi vida al igual que en mi travesía universitaria. Su apoyo ha sido el pilar que me ha sostenido en los momentos más desafiantes y su fe en mí, la luz que ha iluminado mi camino.

A mi hija, Airis Neira, mi pequeña inspiración. Desde el momento en que llegaste a mi vida, te convertiste en la razón más poderosa para luchar, aprender y crecer. Esta tesis es también un testimonio de mi compromiso de ser un mejor ser humano para ti.

A Dayana Cedillo, mi futura esposa. Tu amor, perseverancia y apoyo han sido importantes en todos estos años.

A mi abuelo Antonio Mendoza, cuya vida y experiencias me inspiraron a elegir esta carrera. Tu sabiduría y enseñanzas están siempre presentes en mí y en cada página de este trabajo.

A mis hermanas y hermano, que son parte fundamental de mi vida y han estado para mí en todos estos años.

Y en memoria de mis queridos abuelos, José Neira y Janet Boderó. Aunque no estén físicamente para compartir este logro, siento su presencia y amor en cada momento. Esta meta, aunque alcanzada en su ausencia, es también un homenaje a su memoria y a todo lo que representa en mi vida.

Kevin Neira Mendoza.

AGRADECIMIENTO

Queremos expresar nuestro más profundo agradecimiento a nuestros padres, quienes, con su amor incondicional y apoyo, han sido el pilar fundamental a lo largo de nuestra carrera Universitaria. A ellos les debemos no sólo la educación, sino las lecciones de vida que nos han moldeado para ser las personas que somos hoy en día.

También extendemos nuestro agradecimiento al PhD. Colón Patricio Velásquez López. Con su experiencia, sabiduría y dedicación a la excelencia académica ha sido una inspiración constante para nosotros. Siempre dispuesto a brindarnos su apoyo. Su mentoría ha sido fundamental en la formación de nuestro enfoque.

También extendemos nuestro agradecimiento al PhD. Roberto Santacruz Reyes., Biol. Milton Cun Jaramillo., Ing. Civ. Javier Yunga Marquez., Cada uno de ustedes aportó una perspectiva única que enriqueció nuestra investigación. Estamos profundamente agradecidos por su compromiso y por compartir sus experiencias con nosotros.

A nuestros amigos y ahora colegas, les agradecemos, quienes, con su compañía, ánimo y consejos, hicieron de este trayecto una experiencia más llevadera y enriquecedora, brindándonos gratos momentos, les deseamos lo mejor en su vida profesional.

Por último, pero no menos importante, queremos agradecer a todas las personas que participaron en la recopilación de datos y en la realización de entrevistas para este proyecto. Su colaboración ha sido fundamental para obtener información valiosa y relevante.

Ana Paula Cango & Kevin Neira.

RESUMEN

El presente trabajo analiza la diferencia en la concentración de alcalinidad y dureza con relación a la salinidad en diferentes cuerpos de agua de la estructura camaronera de la provincia de El Oro, Ecuador. El objetivo principal fue analizar la variabilidad de la alcalinidad y dureza en distintos cuerpos de agua y comprender sus implicaciones para la acuicultura. La metodología empleada incluye la recopilación de datos históricos, actuales, análisis estadísticos y encuestas a profesionales vinculados a empresas camaroneras. Los resultados muestran diferencias en las concentraciones de alcalinidad, dureza y salinidad entre diferentes cuerpos de agua. Los efluentes de piscinas de hace 20 años atrás muestran una relación de Alcalinidad/Salinidad de $r=0,182$. La relación Alcalinidad/Salinidad en los actuales momentos tiene un valor de $r=0,369$, y la mayoría de los valores de alcalinidad están por encima de los 100 mg/L CaCO_3 aun a bajas salinidades. En dureza sucede algo parecido, la Dureza/Salinidad de efluentes hace 20 años demostraba una relación de $r=0,268$ y actualmente se tiene un valor $r=0,072$. Estos resultados demuestran que la Alcalinidad y la Dureza del agua es actualmente controlada en los cultivos de *Litopenaeus vannamei* aun en sistemas de baja salinidad. Aunque los resultados del análisis de datos muestran que Alcalinidad y Dureza están bien manejados en el cultivo del camarón, a través de entrevistas, se determinó un conocimiento limitado sobre la importancia de la Alcalinidad y la Dureza en la calidad del agua del cultivo de *L. vannamei*. Los resultados de este trabajo contribuyen a entender de mejor manera las variaciones de la Alcalinidad y Dureza en diferentes cuerpos de agua de la estructura camaronera de la provincia de El Oro.

Palabras Claves: Acuicultura, Alcalinidad, Dureza, *Litopenaeus vannamei*, Salinidad.

ABSTRACT

This present study analyzes the difference in alkalinity and hardness concentration in relation to salinity in different water bodies within the shrimp farming structure in the El Oro province, Ecuador. The main objective was to assess the variability of alkalinity and hardness in various water bodies and comprehend their implications for aquaculture. The methodology employed includes the compilation of historical and current data, statistical analysis, and surveys of professionals associated with shrimp farming companies. The results indicate variations in the concentrations of alkalinity, hardness, and salinity among different water bodies. The effluents from ponds 20 years ago exhibited an Alkalinity/Salinity relationship with an r-value of 0.182. The Alkalinity/Salinity relationship in the present time has an r-value of 0.369, and most alkalinity values are above 100 mg/L CaCO₃, even at low salinities. A similar trend is observed in hardness, where the Hardness/Salinity relationship in effluents 20 years ago showed an r-value of 0.268, whereas the current value is $r=0.072$. These results indicate the current effective control of alkalinity and hardness in the water, even in low salinity systems. Although the data analysis results show that Alkalinity and Hardness are well managed in shrimp farming, interviews revealed limited knowledge regarding the implications of alkalinity and hardness in water quality and *L. vannamei* culture. The findings of this study contribute to a better understanding of variations in Alkalinity and Hardness in different water bodies within the shrimp farming structure of the El Oro province.

Keywords: Aquaculture, Alkalinity, Hardness, *Litopenaeus vannamei*, Salinity.

ÍNDICE

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTO	III
RESUMEN	IV
ABSTRACT.....	V
CAPÍTULO I	2
1. INTRODUCCIÓN	2
1.1. PROBLEMÁTICA.....	4
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	4
1.3. OBJETIVOS.....	5
1.3.1. Objetivo general.....	5
1.3.2. Objetivos específicos	5
1.4. Hipótesis de investigación.....	6
CAPÍTULO II	7
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	7
2.1. Industria camaronera en el Ecuador	7
2.2. Cultivo de camarón blanco (<i>Litopenaeus vannamei</i>).....	8
2.3. Calidad de agua	9

2.4. Alcalinidad y dureza	10
2.4.1. Alcalinidad en el cultivo de camarón blanco (<i>Litopenaeus vannamei</i>) ..	10
2.4.2. Dureza en el cultivo de camarón (<i>Litopenaeus vannamei</i>).....	12
2.5. Cómo la alcalinidad y la dureza afectan la calidad del agua y la vida acuática	13
2.6. Alcalinidad y Dureza en relación a la fisiología del camarón (<i>Litopenaeus vannamei</i>).....	16
2.7. ¿Qué causa los cambios de alcalinidad y dureza?	17
2.8. ¿Cómo se puede aumentar la alcalinidad y dureza del agua?	17
CAPÍTULO III.....	19
3. METODOLOGIA	19
3.1. Sitio de Estudio	19
3.2. Obtención de datos.....	20
3.2.1. Datos de alcalinidad y dureza en diferentes cuerpos de agua de las distintas camaroneras de la provincia de El Oro.....	21
3.2.3. Análisis de la encuesta y entrevista	23
CAPÍTULO IV	25
4. RESULTADO Y DISCUSIÓN.....	25
4.1. Concentración de alcalinidad y dureza y salinidad en diferentes cuerpos de agua de la Provincia de El Oro.....	25

4.1.1. Afluentes	25
4.1.2. Efluentes	28
4.1.3. Durante el cultivo.....	31
4.2. Relación Alcalinidad, Dureza y Salinidad	36
4.2.1. Relación AL y salinidad	36
4.2.2. Relación DU y salinidad.....	38
4.3. Percepciones acerca de la AL y DU.....	40
4.3.1. Encuesta.....	40
4.3.2. Entrevista sobre el manejo de AL y DU en el agua.....	45
4.4. Análisis del mejoramiento del manejo del sector camaronero en el Ecuador.....	46
CAPÍTULO V	48
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	48
5.1. CONCLUSIONES	48
5.2. RECOMENDACIONES	50
6. BIBLIOGRAFÍA.	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos recopilados de distintos autores sobre alcalinidad, dureza y salinidad en distintas salinidades.	16
Tabla 2. Perfil de calidad del agua de piscifactorías y camarones ubicadas en varios distritos de Sindh, Pakistán.	17
Tabla 3. Datos estadísticos de AL, DU, y salinidad de tres estuarios de la Provincia de El Oro.	26
Tabla 4. Datos recopilados de efluentes ubicados en continente e isla en la provincia de El Oro.	29
Tabla 5. Datos recopilados de AL y DU del Sur de la zona costera de la provincia de El Oro.	31
Tabla 6. Datos de AL y DU presentes durante el cultivo del camarón en piscinas de Santa Rosa y Jambelí.	33
Tabla 7. Reporte de exportaciones Ecuatorianas Totales de camarón en libras.	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fluctuaciones en el pH durante un periodo de 24 horas en aguas de alcalinidades totales altas y bajas.	12
Figura 2. Mapa referente a las zonas de la investigación de calidad de agua de hace 20 años en afluentes - efluentes y cultivos de camarón.....	19
Figura 3. Mapa referente a los efluentes de camaroneras de la asociación camaronera del sur (ASO&CAM).....	20
Figura 4. Promedio de la AL en Santa Rosa y Jambelí con relacion a los dias de cultivo. .	34
Figura 5. Promedio de la DU en Santa Rosa y Jambelí con relacion a los dias de cultivo .	35
Figura 6. Dispersión de datos de la concentración de AL y salinidad en el agua de afluentes (a) – efluentes históricos (b) y efluentes actuales (c) de la provincia de EL Oro.	37
Figura 7. Dispersión de datos de la concentración de DU y salinidad en el agua de afluentes (a) – efluentes históricos (b) y efluentes actuales (c) de la provincia de EL Oro..	39
Figura 8. Ubicación, sistema de cultivo y fuentes de agua de las camaroneras en la Provincia de El Oro.....	40
Figura 9. Porcentaje de productores que realizan análisis de calidad de agua, análisis de AL y DU.....	41
Figura 10. Método para medición de la AL y DU.....	42
Figura 11. Lugar dónde se realizan los análisis, rangos de AL y DU.	44
Figura 12. Frecuencia con la que se realiza los análisis.	45

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

Datos recopilados por la cámara nacional de acuicultura nos puede aportar una base sólida de datos, como guía para observar cómo ha evolucionado por el paso de los años la producción a cautiverio de la especie de camarones *Litopenaeus vannamei* y así determinar la demanda y su proyección, hasta llegar a ser una de las que más aporten con la alimentación a personas no solo del país si no del mundo.

Fonseca (2010), indica que el cultivo de camarón en Ecuador comenzó a fines de la década de 1960 en la instalación de la primera piscina comercial en 1969. Para el año 1982, Ecuador tenía la mayor área de producción de camarón en el mundo y era una de las actividades más importantes en términos de ingresos de divisas por exportaciones, siendo el segundo lugar después del petróleo y la mayor fuente de ingresos para el sector privado a través de exportaciones.

La alcalinidad (AL) se puede describir como la capacidad del agua para mantener su nivel de pH relativamente constante cuando se le agregan sustancias ácidas o alcalinas. Esto se relaciona con la presencia de iones como hidróxidos, carbonatos y bicarbonatos, que provienen de minerales como el calcio, el magnesio, el sodio, el potasio y el amonio, siendo los de calcio y magnesio los más comunes. Para medir la alcalinidad, se realiza una prueba con un ácido y se expresa en términos de la cantidad de carbonato de calcio (CaCO_3) presente en un litro de agua. Su relevancia está en su capacidad para reaccionar con ciertos iones en el agua, lo que puede llevar a la formación de sólidos insolubles (Pérez, 2016).

La dureza (DU) del agua se refiere a la cantidad de minerales presentes en el agua, especialmente calcio y magnesio. Así, los niveles más altos de dureza del agua se deben a la presencia de carbonatos y sulfatos de calcio y magnesio. La dureza del agua puede ser clasificada como suave, intermedia o dura. La dureza suave es menor a 60 mg/L, la dureza intermedia es de 60 a 120 mg/L y la dureza dura es mayor a 120 mg/L. Los niveles de

dureza del agua pueden afectar la capacidad del agua para disolver productos químicos, su sabor y su capacidad para formar espuma (Soto, 2010).

Se ha determinado que los parámetros físicos y químicos del agua de cultivo, influyen en el estado de salud de los organismos y a su vez en la composición del microbiota del estanque, lo cual determina la incidencia de enfermedades durante los ciclos productivos (Orozco *et al.*, 2022).

Martínez *et al.*, (2020) nos comenta que la industria acuícola ha sido objeto de críticas debido a los efectos negativos en el medio ambiente y la economía atribuidos al consumo excesivo de agua y la consiguiente liberación de aguas residuales. Sin embargo, estas críticas han impulsado el enfoque hacia la acuicultura sustentable, donde se busca utilizar de manera limitada el agua y satisfacer la creciente demanda de los consumidores. Según Berger, (2020) el agua desempeña un papel crucial, ya que las especies dependen de ella para completar su ciclo de vida, ya sea total o parcialmente. Por lo tanto, es fundamental mantener los parámetros físico-químicos dentro de los límites de tolerancia para lograr una producción exitosa, ya que la calidad del agua en el entorno de cultivo tiene un impacto significativo en el desarrollo de las especies acuáticas.

El medio fundamental de un proceso acuícola se sabe que es el agua, y en ella se engloba varios indicadores que van a permitir analizar si los valores observados serían los más óptimos para la producción, uno de esos indicadores importantes y que casi no se le presta mucha atención es la alcalinidad y dureza. Según Boyd *et al.*, (2016), la alcalinidad (AL) total y la dureza (DU) total son variables críticas en la producción de animales acuáticos. Mencionan que los acuicultores tienen un conocimiento básico de estas variables y cómo ajustarlas, pero que la química y los efectos biológicos son más complejos de lo que se suele creer o describir en la literatura sobre acuicultura. También señalan que las discusiones sobre la AL y la DU en los textos de química del agua son rigurosas y no explican su relación con la acuicultura.

Estos iones son esenciales para los procesos biológicos de los animales acuáticos, como la formación de sus huesos y exoesqueletos, así como para la regulación de los nive-

les de sales en su cuerpo. Además, la dureza del agua también ha demostrado tener un impacto en la toxicidad de algunos metales para los organismos que respiran con las branquias (Raju *et al.*, 2014).

Se ha documentado que los niveles bajos de salinidad pueden influir negativamente en la fisiología de los camarones, impactando tanto en su salud como en la calidad del agua circundante, esto es, porque la salinidad tiene efecto sobre la dureza y alcalinidad del agua (Hernández, 2016).

1.1. PROBLEMÁTICA

El cultivo de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) se desarrolla en una gran variedad de zonas de altas y bajas salinidades. Entonces como se tienen diferentes zonas en la provincia de El Oro ya sean en continente o isla, y se conoce que la salinidad tiene relación con la AL y DU, esto quiere decir que los cuerpos de agua de la Provincia de El Oro, en los sectores camaroneros, unos están trabajando con una muy buena AL posiblemente y otros con reducida AL. Los resultados son tan diversos de salinidad que conllevan a variados valores de AL y DU. Siendo la AL y DU importantes para la fisiología del camarón, y para el medio del mismo, el problema es que unos estén trabajando con buena salinidad y no saben que la tienen, no conocen cuáles son las alcalinidades de los diferentes cuerpos de agua en; los esteros, en los efluentes, ni en las piscinas y tampoco la interacción entre ellos. La principal problemática es la falta de interés por los valores de AL y DU.

1.2. JUSTIFICACIÓN

El productor de una pequeña o mediana empresa acuícola normalmente no contrata a ingenieros especializados en sistemas de producción y esto provoca que adquiera los servicios de personas que tengan conocimientos apenas técnicos o incluso solamente por experiencia laboral. Las desventajas de esta práctica es que en algunos casos no puedan encontrar el origen de problemas con un nivel de dificultad algo más alto, como por ejemplo dificultades en el conocimiento de los niveles de la DU y AL, propio de la calidad de agua. Incluso para un profesional puede hacerse complicado ya que existe poca

información en la Provincia de El Oro ya sea en libros, revisiones bibliográficas y otras fuentes regadas en internet, que tengan que ver con la variación de AL y DU, del agua por esto que se necesita actualizar constantemente estos datos ya que es un factor importante al momento de una producción acuícola.

Consecuentemente, se necesita comparar la variación que tiene la AL y DU en los cultivos que usan la misma fuente de agua y son de la misma zona, pero tienen distintos datos de este parámetro físico - químico, ya que siendo del mismo lugar no se sabe porque razón varía.

Conocer las diferencias de los diferentes cuerpos de agua de los sectores camaroneros en donde sus cultivos son a baja salinidad y a una salinidad algo más elevada justifica este trabajo investigativo.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Determinar las concentraciones de AL y DU en el agua mediante la sistematización de datos, para entender las fluctuaciones durante el cultivo del camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en sistemas abiertos y la relación de estas dos variables con la salinidad del agua.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar la relación actual entre el manejo de los parámetros de AL y DU en las piscinas camaroneras de la provincia de El Oro, contrastando con prácticas anteriores.
- Determinar las concentraciones de AL y DU, en el agua de la zona costera de la provincia de El Oro en las que se desarrolla la actividad acuícola camaronera.
- Determinar la relación de AL y DU con la salinidad del agua

- Conocer las percepciones de profesionales que manejan camaroneiras, sobre AL y DU, del agua.

1.4. Hipótesis de investigación

Los niveles de AL y DU del agua en los sitios costeros e insulares de cultivo de camarones en la provincia de El Oro varían significativamente en función de la salinidad del agua, la ubicación geográfica de las fuentes de agua utilizadas para el cultivo y las prácticas de manejo en las camaroneiras. Se espera que los valores de AL y DU muestren diferencias estadísticamente significativas entre los sitios de cultivo ubicados en diferentes zonas geográficas y que estén influenciados por la fuente de agua utilizada, así como por las acciones de los técnicos en las camaroneiras.

CAPÍTULO II

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Industria camaronera en el Ecuador

Actualmente, Ecuador es uno de los principales productores y exportadores de camarón a nivel mundial, tuvo sus inicios en el año de 1968 y para el año de 1974 ya existían alrededor de 600 hectáreas dedicadas al cultivo de este crustáceo y la provincia de El Oro es una de las regiones productoras más importantes del país, representando el 15% de la producción total. La actividad se expandió y las principales productoras fueron las provincias de El Oro y Guayas, donde, debido a la abundancia de salitrales y la disponibilidad de postlarva, permitieron que se convirtiera en un negocio de gran rentabilidad (Vega *et al.*, 2019).

En Ecuador, la producción de camarón es una actividad productiva que da empleo a cerca de 200.000 personas de distintas partes del país. Con más de 50 años de historia, la industria camaronera es uno de los sectores más importantes del país, ya que más del 40% de las exportaciones ecuatorianas provienen de este sector. Actualmente, la producción de camarón es una base fundamental para el desarrollo económico del país, ya que es el segundo producto no petrolero más exportado después del banano (Jiménez *et al.*, 2021).

Caicedo (2018), desde el 2006, la industria camaronera en la provincia de El Oro ha experimentado un desarrollo favorable, con un aumento de la producción de camarón y la apertura de mercados extranjeros. Además, esta industria ha generado miles de puestos de trabajo en los cantones de Machala, Arenillas, Guabo, Huaquillas y Santa Rosa. Esto ha sido posible gracias a la lucha contra diferentes plagas, como la enfermedad de mancha blanca, que afectó al camarón en el pasado.

Los sistemas de cultivo en Ecuador tradicionalmente son: el semi-intensivo y el intensivo, que requieren un control y una aplicación adecuada de métodos para obtener buena producción. Sin embargo, en los últimos años se han extendido los sistemas superintensivos que utilizan invernaderos, que ofrecen altos rendimientos y desarrollo y supervivencia satisfactorios en términos de tiempo y productividad (Castillo & Velásquez, 2021).

Según Hidalgo & Lucas (2020), el crecimiento y tecnificación de la industria del camarón en agua dulce en Ecuador de los últimos años ha sido significativo, convirtiéndose en una fuente importante de empleo y divisas para el desarrollo económico del país. Esto es posible debido a las condiciones favorables del clima y de la calidad del agua para la crianza del camarón, además de la disponibilidad de mano de obra calificada, grandes extensiones de tierras salitrales y la existencia de variedades resistentes y fácilmente adaptables al medio.

2.2. Cultivo de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*)

La especie de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) es un crustáceo que puede vivir en una amplia variedad de salinidades, desde 1 hasta 38 partes por mil. Esto ha sido comprobado a través de estudios técnicos realizados en diferentes épocas del año en diferentes áreas (Balda & Menéndez, 2002).

En Ecuador, la especie de camarón más cultivada es el *Litopenaeus vannamei*, que representa alrededor del 95% de la producción total. Los métodos de producción de camarón incluyen la pesca directa y la acuicultura. Los principales sistemas de cultivo de camarón son el extensivo, el semi-extensivo, intensivo y el ultra-intensivo. El sistema de cultivo semi-extensivo es el más comúnmente utilizado en Ecuador, con alrededor del 58% de las camaroneras utilizando este método. Los métodos de cultivo extensivo y semi-intensivo también se utilizan, pero en menor escala (Santana *et al.*, 2022).

Es importante tener en cuenta que los requerimientos de AL y DU pueden variar dependiendo de la fase de cultivo del camarón y del tipo de sistema de cultivo utilizado. En general, el camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) puede tolerar un rango amplio de

valores de AL y DU, pero se ha encontrado que los mejores resultados se obtienen cuando se mantienen los niveles de AL entre 60 y 150 mg/L y los niveles de DU entre 50 y 150 mg/L. Es importante recordar que la AL y la DU pueden estar interrelacionadas y afectar el pH del agua, por lo que debemos tener en cuenta estos factores al momento de controlar la calidad del agua en un sistema de cultivo de camarón (Briceño *et al.*, 2022).

2.3. Calidad de agua

La calidad del agua es una característica esencial del medio acuático, tanto desde un punto de vista ecológico como en la planificación y gestión hidrológica. Esto se debe a que la calidad del agua determina su capacidad para mantener los ecosistemas y satisfacer diferentes necesidades (Saud, 2022). Según Espinoza *et al.*, (2022), el agua es el elemento esencial para la vida de los camarones y su calidad es fundamental para su crecimiento y reproducción. Por lo tanto, es importante para los productores de camarones comprender la calidad del agua que proporcionan a sus cultivos.

Las propiedades físico-químicas del agua juegan un rol sustancial en el crecimiento y viabilidad de este crustáceo, por ende, se debe garantizar la regulación y control apropiado en los rangos de parámetros como AL, amonio, amoniaco, nitritos, nitratos y fosfatos (Chakravarty *et al.*, 2016). Es considerada una fuente de vida esencial en los procesos biológicos, el desempeño de la economía, el funcionamiento de los ecosistemas y un elemento fundamental en el desarrollo de la civilización humana. Es un recurso escaso, pues se sabe que el 70% de la superficie del planeta está cubierta por agua el 96.5% del agua existente en el planeta es salada y se concentra en mares y océanos, del 2.5% restante el 68.6% aparece capturado en glaciares y otras áreas heladas y el 30 % es agua subterránea, de modo que apenas un 1% es agua fácilmente utilizable, si bien incluso una parte de esta se encuentra en humedales u otras zonas de difícil acceso (Cabrera, 2021).

El exceso de alimentación y otros insumos en los estanques de cultivo de camarón puede aumentar la materia orgánica y causar un exceso de nitrógeno que deteriora la calidad del agua y promueve la proliferación de microorganismos indeseables. Además, el efluente de la acuicultura de camarón puede contener contaminantes como sólidos en

suspensión, alimento para camarones, camarones muertos y heces de camarón que pueden ser vertidos en cuerpos de agua cercanos (Navarrete *et al.*, 2022). La calidad del agua es importante para el bienestar y el desarrollo de los organismos acuáticos y puede afectar factores como la reproducción, el crecimiento y la supervivencia.

La indexación es un método para evaluar la calidad del agua en sistemas de cultivo acuícola. Consiste en seleccionar un conjunto de parámetros que reflejen la calidad del agua y asignarles pesos para calcular un índice que permita comparar y evaluar la variación de la calidad del agua. Esta herramienta es útil para gestionar la calidad del agua y para analizarla de manera más sencilla (Joy, 2020). Es importante tener en cuenta que la indexación no es un método exhaustivo para evaluar la calidad del agua, sino que proporciona una visión general y puede ser complementada con otros métodos de evaluación.

Existen varias dificultades para medir los parámetros de calidad del agua en las granjas camaroneras comerciales debido a factores como el clima extremadamente cálido y las grandes áreas de cultivo. A menudo, el análisis se limita a un conjunto específico de parámetros relevantes y fáciles de medir. Comprender la calidad del agua y cómo afecta el ecosistema de los cultivos de camarón es importante para entender los problemas de enfermedad en estos sistemas. Un mal control de la calidad del agua puede aumentar el nivel de estrés en los camarones y comprometer la producción, además de hacer que sean más propensos a enfermedades. La calidad del agua necesaria depende del tipo de organismos que se estén cultivando (Carbajal *et al.*, 2013).

2.4. Alcalinidad y dureza

2.4.1. Alcalinidad en el cultivo de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*)

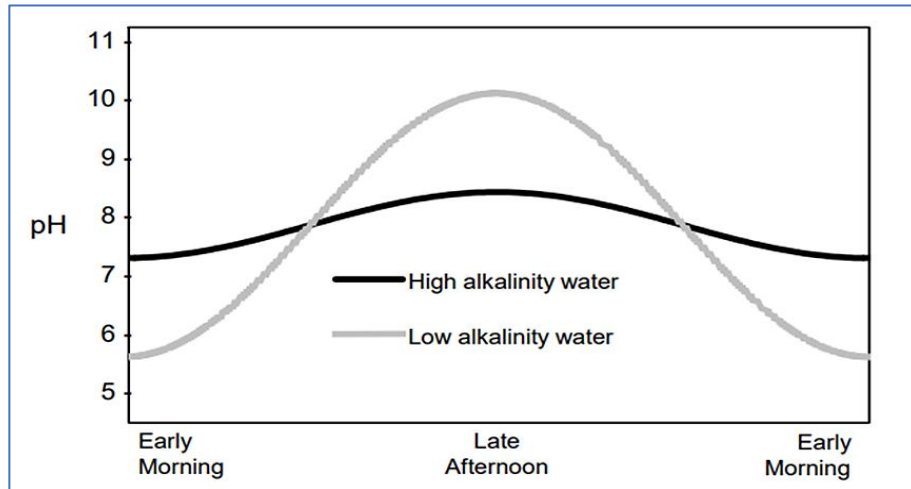
La AL del agua es una medida de su capacidad para neutralizar los ácidos. Pallé (2018) indica que el pH se mide en una escala, en la que el valor 7 es neutral, si el pH es menor que 7, el agua es ácida, mientras que, si es mayor que 7, el agua es alcalina o básica. Las aguas alcalinas tienen la capacidad de neutralizar grandes cantidades de ácido sin que se produzcan cambios significativos en el pH (Flores & Machuca, 2017).

Los cambios cíclicos de la AL en un estanque acuícola se dan por una falta de nutrientes alcalinizados en el medio o por la inclusión de agua dulce, la cual puede ser por intensas lluvias en la zona, y al tener una baja cantidad de este parámetro, por consecuencia el pH puede disminuir debido a la reducción de la AL, al aumento de CO₂ disuelto y a un mayor consumo de oxígeno. Se ha observado que mantener alcalinidades de 40 a 160 mg/L en el sistema TBF no tiene un efecto significativo en la concentración de SST, amonio, nitritos y nitratos. Sin embargo, cuando la AL aumenta por encima de 160 mg/L, se produce un aumento en el pH y una tendencia al aumento de las bacterias heterotróficas y las bacterias oxidantes de amonio, con una disminución en las bacterias oxidantes de nitritos (Mendoza *et al.*, 2017).

Es un parámetro importante a considerar al evaluar las características de un cuerpo de agua. Se puede definir la AL como la resistencia al cambio de pH. Una masa de agua con alta AL necesitará mayor cantidad de ácido o base para modificar su pH, lo que es más costoso que en el caso de aguas con baja AL. Sin embargo, también existen riesgos en el caso de aguas con baja AL, ya que pequeñas adiciones de ácido o base pueden provocar cambios bruscos de pH (Pallé, 2018).

La alcalinidad del agua en los estanques de producción de camarón no debe ser inferior a 20 mg/L de carbonato de calcio, ya que, si este valor existe, la variación en el pH sería muy amplia, provocando gran estrés en el animal, es por eso que se recomienda tener una AL superior a 100 mg/L (Saborío, Almanza, Sandoval, & Obregón., 2002). El pH del agua en los estanques puede variar ampliamente durante el día, midiendo desde 6 hasta 10, cuando la AL está por debajo de este nivel, tal y cual como se demuestra en la Figura 1. Cambios drásticos en el pH del agua durante el día pueden causar estrés, crecimiento deficiente e incluso la muerte de los animales de granja como indica, Wurts, 2002, en su investigación.

Figura 1. Fluctuaciones en el pH durante un periodo de 24 horas en aguas de



alcalinidades totales altas y bajas.

Fuente: (Wurts, 2002).

2.4.2. Dureza en el cultivo de camarón (*Litopenaeus vannamei*)

Según Boyd *et al.*, (2016), la DU del agua se refiere a la cantidad de cationes divalentes como el calcio, el magnesio, el estroncio, el hierro ferroso y el manganeso presentes en ella. Se mide en mg/L de carbonato cálcico y se puede expresar como la contribución de cada ion o como la contribución combinada de todos ellos, denominada DU total. La alcalinidad y la DU se miden en las mismas unidades, pero son propiedades diferentes del agua.

La concentración de calcio y magnesio en el agua, conocida como DU, es importante para la acuicultura ya que estos elementos son esenciales para el correcto funcionamiento biológico de los animales acuáticos. El calcio es importante para la osmorregulación, la muda de crustáceos y el endurecimiento del caparazón recién formado, mientras que el magnesio es esencial en la formación de huesos y escamas en los peces. Es deseable tener un rango de 75 a 200 mg/L de carbonato cálcico (CaCO₃) en la DU total del agua para el correcto funcionamiento de los animales acuáticos (Wurts, 2002).

El agua se clasifica en diferentes niveles de DU según su contenido de minerales. Cuando la DU total del agua se encuentra en el rango de 0-75 partes por millón (ppm), se considera suave, mientras que en el rango de 75-150 ppm se considera moderadamente dura. Cuando la DU se sitúa entre 150-300 ppm, se cataloga como agua dura, y si supera los 300 ppm, se considera muy dura. Por ejemplo, el agua de mar, donde los camarones a menudo prosperan, tiene una DU total de aproximadamente 6600 mg/L. No obstante, es posible que los camarones marinos puedan criarse en agua con una DU moderada, alrededor de 150 ppm, e incluso podrían ser factibles en aguas con niveles de DU aún más bajos, aunque no se han realizado investigaciones al respecto (Van Wyk *et al.*, 1999).

La dureza se puede ver afectada por la incorporación de lluvias al mesocosmos, ya que normalmente el agua de lluvia tiene un pH de 6,5 a 6,7, lo que provoca en los estanques camaroneros una disminución de 0,3 a 1,5 (Buike, 2018). Esto provoca que el fitoplancton muera de manera repentina y al haber una respiración aeróbica produce dióxido de carbono (CO₂) que posteriormente este se va a disolver con el agua ocasionando que exista en el ambiente ácido carbónico (H₂CO₃), el cual puede disociarse con iones de hidrógeno (H⁺) y bicarbonato (HCO₃⁻). Estos iones de hidrógeno pueden reaccionar con los iones de calcio (Ca²⁺) y magnesio (Mg²⁺) presentes en el agua, formando carbonatos insolubles, como el carbonato de calcio (CaCO₃) y el carbonato de magnesio (MgCO₃). Esto lo que provocaría es un aumento en la alcalinidad del agua mas no de dureza.

2.5. Cómo la alcalinidad y la dureza afectan la calidad del agua y la vida acuática

Según Pérez (2016), el agua con una AL baja puede ser más ácida y tener una mayor solubilidad de nutrientes, lo que puede ser beneficioso para algunas plantas. Por otro lado, el agua con una AL alta puede tener un menor contenido de nutrientes disponibles y puede ser menos adecuada para el crecimiento de ciertas plantas y organismos acuáticos. La alcalinidad del agua es un factor clave en la determinación de la calidad del agua para el uso agrícola y acuícola. Una alcalinidad alta puede limitar la disponibilidad de ciertos nutrientes para las plantas y afectar el crecimiento de los organismos acuáticos.

La alcalinidad en el agua suele ser el resultado de la disolución de sustancias como el bicarbonato y el carbonato, que se encuentran en rocas como la caliza y el feldespato.

Estas sustancias sólo están presentes en el agua a pH superiores a 4.5. En los cultivos de estanques, la AL puede estar influenciada en gran medida por el proceso de fotosíntesis de las microalgas (Hernández, 2016).

La AL del agua puede tener un impacto en el rendimiento de ciertos procesos industriales, como la fabricación de papel y productos químicos. Por ejemplo, el agua con una AL alta puede ser menos eficiente para la producción de papel debido a su menor solubilidad de lignina y otros componentes de la pulpa de madera. En la fabricación de productos químicos, el agua alcalina puede requerir el uso de agentes tampones para mantener el pH en niveles adecuados durante el proceso de reacción (Organización Mundial de la Salud, 2018). Es importante tener en cuenta la AL del agua al considerar su uso y aplicación en diferentes contextos. El primer reporte que divulga el desarrollo de los cultivos de camarón en sistemas de agua dulce en el Ecuador y Brasil es el estudio de Nunes y López (2001), quienes sugieren una AL de 100 mg/L para *L vannamei*.

Cuando la AL del agua es baja, algunos elementos dejan de estar disponibles para la producción de microalgas. Los fertilizantes con componentes fosforados pueden volverse insolubles en aguas con alcalinidades menores a 40 mg/L CaCO₃. Por ello, es importante controlar la AL total del agua con Hidróxido de Calcio para mejorar la disponibilidad de fósforo para la producción de fitoplancton (Molinos Champion, 2019).

Es importante recordar que la disponibilidad de nutrientes es esencial para el crecimiento de las microalgas. Como señalan García & González (2021), "cuando los nutrientes son escasos, el crecimiento se ve limitado, lo que a su vez limita la producción de bioproductos". Por lo tanto, es crucial controlar la AL y asegurarse de que los fertilizantes estén disponibles para la producción de fitoplancton. De esta manera, podremos aprovechar al máximo el potencial de las microalgas como fuente de bioproductos y energía sostenible.

Se considera que un nivel deseable de DU del agua se encuentra entre 50-150 miligramos por litro de carbonato de calcio (CaCO₃) y es más deseable que sea superior a 100 miligramos por litro de CaCO₃. Un rango de 75-150 miligramos por litro es ideal para

la piscicultura, pero una DU superior a 300 miligramos por litro de CaCO_3 es letal para los peces. Una DU inferior a 20 miligramos por litro causa estrés en los peces debido a la falta de nutrientes en el agua. Se ha encontrado que la mayor supervivencia de juveniles de *Pterophyllum scalare* se da con una DU del agua de 100 miligramos por litro de CaCO_3 . Además, una DU del agua entre 80-91 miligramos por litro se considera óptima para la cría de *Clarias magur*. Otro estudio mostró que una DU del agua de 150 miligramos por litro resultó en la mayor supervivencia de alevines de *Labeo rohita*, mientras que la supervivencia y el crecimiento más bajos se observaron con una DU de 125 miligramos por litro (Swain *et al.*, 2020).

Normalmente el agua con una salinidad de hasta 0,5 UPS es considerada agua dulce, mientras que el agua salobre tiene una cantidad menor de iones disueltos que el agua salada, con una salinidad que varía entre 0,5 y 30 UPS. Si se trata de agua dulce, se sugiere que la AL y la DU no bajen de 60 mg/L ya que un valor menor a este sería perjudicial para el animal cultivado. (Vera *et al.*, 2020).

Boyd *et al.*, (2016) expresa que en Alabama (EEUU), se ha informado que se practica la cría de camarones en agua con una salinidad de 2,5 UPS y una concentración de Mg de 5 ppt, lo cual está muy por debajo de lo recomendado para esa salinidad que es de 100 ppt. El bicarbonato es la principal fuente de AL en agua dulce y se origina a partir de sustancias como el silicato de calcio, los feldespatos y la piedra caliza.

El incremento de la cantidad de CO_2 en la atmósfera ha aumentado la capacidad del CO_2 para disolverse en el agua, lo cual puede reducir el pH. Al mismo tiempo, este fenómeno puede aumentar la AL del agua, aunque en general, el efecto neto es un pequeño aumento en el pH a medida que aumenta la cantidad de CO_2 .

En las fuentes de agua dulce, el incremento en la AL debido al aumento de CO_2 es limitado, aunque puede producir un ligero aumento en el pH. Sin embargo, en los estanques acuícolas, la principal fuente de CO_2 es la respiración de los organismos, junto con las heces y los restos de alimento no consumido. Este aporte es mucho mayor que el aporte de CO_2 atmosférico por difusión (Vera *et al.*, 2020)

2.6. Alcalinidad y Dureza en relación a la fisiología del camarón (*Litopenaeus vannamei*)

El nivel de AL es crucial para mantener el pH adecuado del agua y puede tener un impacto significativo en la calidad del agua y el rendimiento de los camarones. Si la AL es demasiado alta, puede reducir la tasa de crecimiento y supervivencia de los camarones, mientras que niveles bajos de AL pueden aumentar su vulnerabilidad a enfermedades y parásitos.

Investigaciones indican que la AL en el agua es un factor crítico para el crecimiento del camarón. Es probable que alcalinidades superiores a 100 mg/L de CaCO₃ favorezcan el desarrollo del exoesqueleto gracias a la disponibilidad de carbonatos. Además, estudios han encontrado que para lograr un crecimiento óptimo del camarón blanco *L. vannamei*, la AL del cultivo no debe ser inferior a 80 mg/L (Hernández, 2016).

La DU es un factor importante que influye en la salud y crecimiento de los camarones. Si la DU es demasiado baja, puede afectar negativamente la formación de la cutícula del camarón y al crecimiento. Por otro lado, si los niveles de DU son altos, puede disminuir la tasa de crecimiento y supervivencia. Además, la DU puede afectar la calidad del agua y la cantidad de nutrientes disponibles para los camarones.

Tabla 1. Datos recopilados de distintos autores sobre alcalinidad, dureza y salinidad en distintas salinidades.

AUTORES	ALCALINIDAD (mg/L)	DUREZA (mg/L)	SALINIDAD (‰)
Briceño <i>et al.</i> , (2022).	> 168	> 417	0,5
Hernández, J., (2016).	80 - 150	> 100	
Mendoza <i>et al.</i> , (2017).	40 - 162		
Collazos & Arias (2015).	40 - 100		
Ariza & Mujica (2019)	100 - 150		
Chuquipoma Aguilera (2020)	> 80	75 – 200	05 - 10
Wurts (2002)	20 - 150	75 – 200	

Fuente: Elaborado por autores.

Tabla 2. Perfil de calidad del agua de piscifactorías y camarones ubicadas en varios distritos de Sindh, Pakistán.

AUTORES	ALCALINIDAD (mg/L)	DUREZA (mg/L)	SALINIDAD (‰)
Shamimul Hassan Farm	156 ± 2.63	1000 ± 2.65	0.0 ± 0.0
Fish Farm Green Co.	324 ± 2.13	700 ± 4.80	3 ± 0.16
Mir Babu Fish Farm	192 ± 2.52	180 ± 4.36	0.0 ± 0.0
Ghulam Ali Nizamani Farm	367 ± 2.48	975 ± 4.73	10 ± 0.36
Abro Fish Farm	450 ± 1.47	190 ± 2.42	0.0 ± 0.0
Khipro Fish Farm	145 ± 2.31	79 ± 2.22	0.0 ± 0.0
Tehsar Farm	162 ± 2.75	340 ± 3.03	05 ± 0.09
Baba Hyder Fish Farm	210 ± 1.60	156 ± 2.44	05 ± 0.4
Arjeena Salt Work	240 ± 3.31	190 ± 1.67	06 ± 1.72

Fuente: (Rukhsana *et al.*, 2021)

2.7. ¿Qué causa los cambios de alcalinidad y dureza?

El agua de pozo que contiene piedra caliza puede tener alta AL y concentración de calcio debido a la disolución de la piedra caliza en el acuífero. Al exponerse al aire en un estanque u otro recipiente de cultivo, el agua pierde dióxido de carbono y el carbonato de calcio precipita, eliminando la AL y el calcio. El precipitado puede dañar huevos y larvas de peces y camarones en criaderos. La alcalinidad del agua en un estanque puede variar estacionalmente dependiendo de la cantidad de agua dulce que entra al estuario. La alcalinidad del agua de mar es bastante constante alrededor de 120 mg/L y puede influir en la AL de los estanques costeros alimentados con agua de mar (Boyd, 2016).

2.8. ¿Cómo se puede aumentar la alcalinidad y dureza del agua?

El uso de carbonato de calcio en los estanques de acuicultura mejora la calidad del suelo y del agua, lo que permite una mayor eficiencia en la aplicación de fertilizantes y un

aumento en la disponibilidad de fitoplancton. La adición de carbonato de calcio en las piscinas camaroneras es una práctica muy efectiva para elevar rápidamente el pH y lograr una AL óptima para esta actividad (Vega, 2021).

Se han estudiado los efectos de ciertos compuestos alcalinizantes, como el carbonato de sodio, el hidróxido de calcio y el bicarbonato de sodio, en el agua del sistema TBF para aumentar el pH y la AL. Estos compuestos disminuyen la concentración de CO₂ y ortofosfatos en el agua del sistema TBF, aumentando el pH, la AL y el volumen de floc microbial. Esto mejora el crecimiento de los camarones cuando se mantiene un pH entre 7.5 y 7.9 y una concentración de AL entre 100 y 162.2 mg/L, CaCO₃ en el sistema (Mendoza *et al.*, 2017).

La cal aumenta tanto la concentración de pH como de calcio, lo que ayuda a reducir el fósforo en el agua y a disminuir el contenido de dióxido de carbono y los microorganismos patógenos. Además, la incorporación de materiales calcáreos en los estanques de cultivo extensivo de camarones es esencial para mejorar la AL y mantener un equilibrio en el pH del agua, evitando así cambios drásticos (Vega, 2021).

Las aguas dulces suelen tener AL y DU que deben exceder los 20 mg/L. Si uno de estos dos parámetros es muy bajo, sugerimos aplicar cal para aumentar su concentración (Marcillo, 2010). En aguas ácidas de pozo o superficiales se puede producir una alta DU y una baja AL. La baja DU se puede aumentar con piedra caliza agrícola (carbonato de calcio), yeso agrícola (sulfato de calcio) o cloruro de calcio o magnesio de calidad alimentaria. Al igual que con la DU, la AL puede aumentar con la piedra caliza agrícola (carbonato de calcio). Se puede utilizar bicarbonato de sodio para aumentar la AL sin aumentar la DU (Van Wyk *et al.*, 1999)

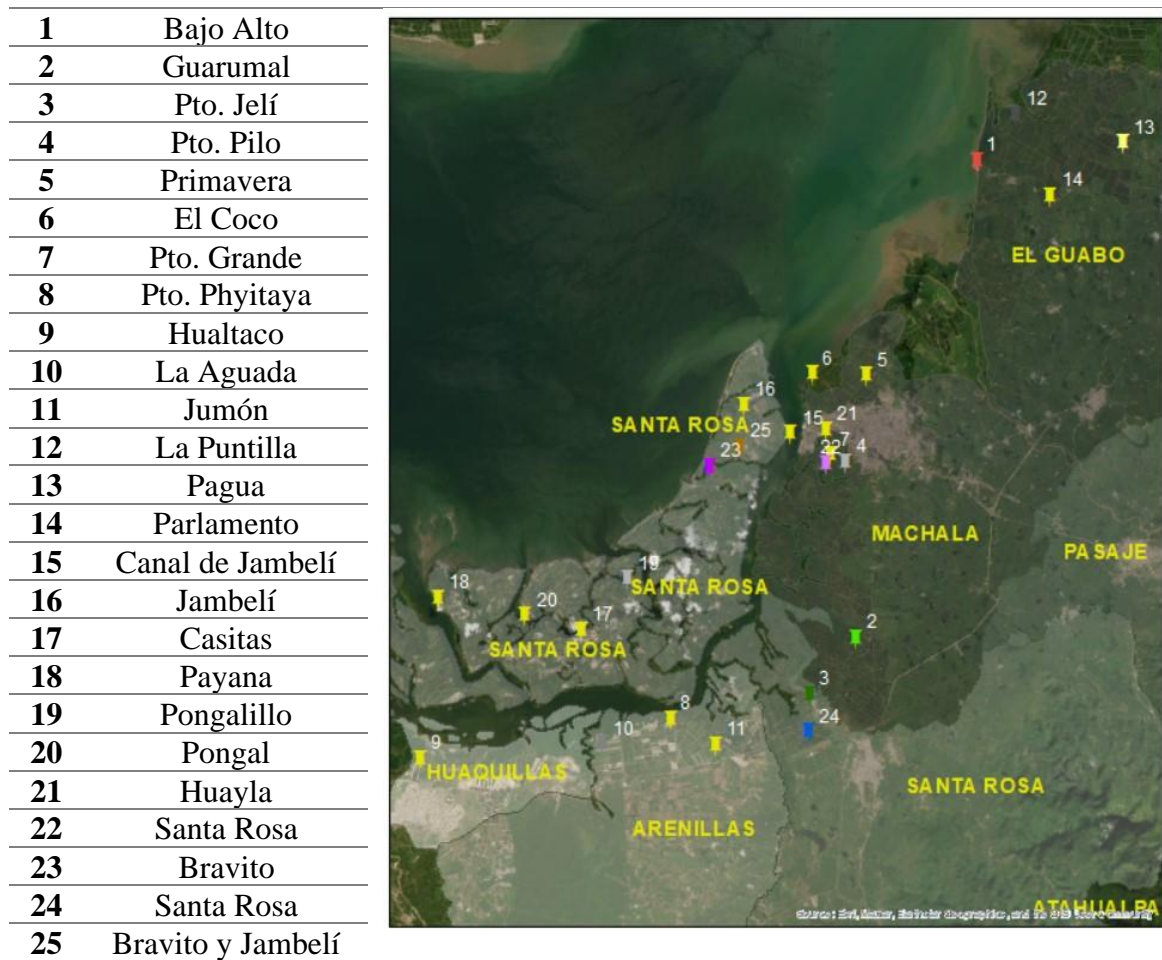
CAPÍTULO III

3. METODOLOGIA

3.1. Sitio de Estudio

Se enfoca en dos regiones del Sur del Ecuador, región continental y región insular en la provincia de El Oro. Incluyendo los estuarios de Santa Rosa, Huayla y Bravito. Cultivos de camarón en Santa Rosa y Jambelí. También, efluentes en diversas zonas tanto del continente como de las islas de la provincia.

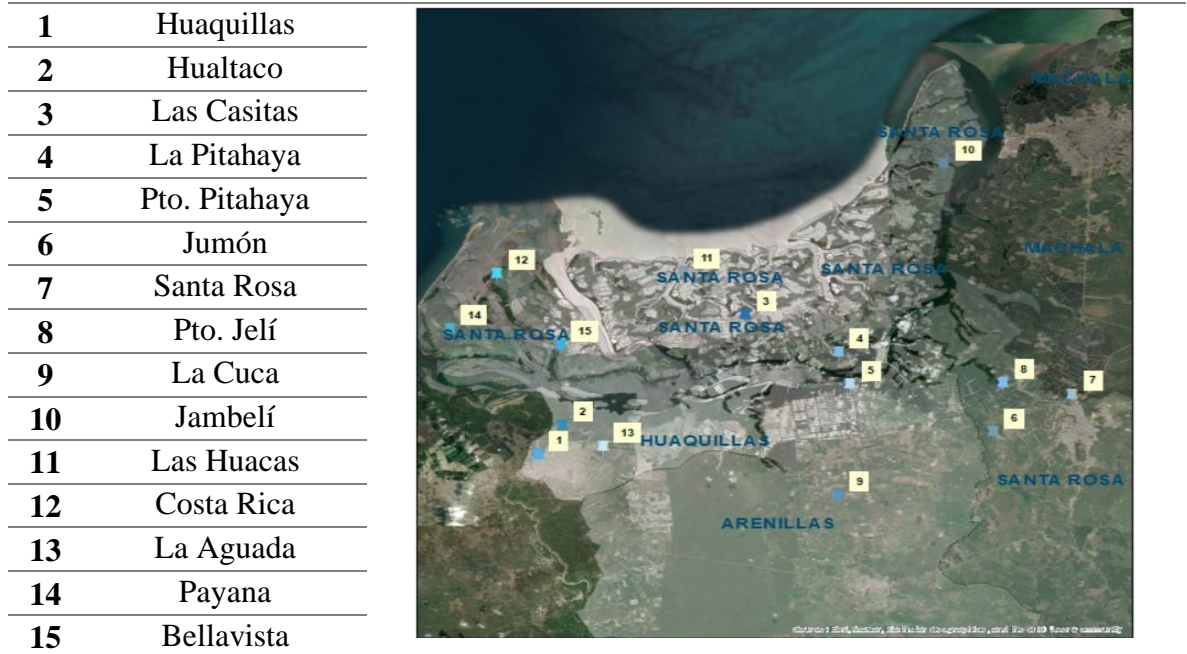
Figura 2. Mapa referente a las zonas de la investigación de calidad de agua de



hace 20 años en afluentes - efluentes y cultivos de camarón.

Fuente: Elaborado por autores.

Figura 3. Mapa referente a los efluentes de camaroneras de la asociación



camaronera del sur (ASO&CAM)

Fuente: Elaborado por autores.

Para representar una gráfica de todas las ubicaciones se usaron dos hardware, los cuales son: Google Earth Pro y ArcGIS Pro, el primero para extraer las coordenadas este y norte de cada punto y con todos esos valores hacer 2 mapas con la aplicación ArcGis y así dar una mejor visión en mapa de los sitios de donde se recolectaron las muestras.

3.2. Obtención de datos.

La investigación se enfoca en la comparación entre datos históricos y actuales de AL y DU en las aguas de las camaroneras de la costa de la provincia de El Oro. Los datos históricos, abarcando hasta dos décadas atrás, se obtuvieron mediante investigaciones del Dr. Colón Velázquez y sus estudios sobre la calidad del agua en la región costera de la provincia de El Oro, la ubicación de estos puntos se encuentra en el mapa referente a las

zonas de la investigación de calidad de agua de hace 20 años en afluentes - efluentes y cultivos de camarón (Figura 2). Estos datos proporcionan una visión retrospectiva de las condiciones del agua en momentos anteriores y se adquirieron a través de una exhaustiva revisión de registros y documentos relacionados con la actividad camaronera en la provincia.

La obtención de datos actuales, abarcando el período de 2021 a 2023, son esenciales para el análisis comparativo. La Asociación de Camaroneros del Sur (ASOCAM) ha sido una fuente valiosa de datos contemporáneos que incluyen mediciones de salinidad, AL, DU y el número de muestras recolectadas en camaroneras de agua dulce y salina, tanto en el continente como en islas. Los puntos se los pueden observar en el mapa referente a los efluentes de camaroneras de la asociación camaronera del sur (ASO&CAM) (Figura 3). También, la base de datos recolectada de manera de encuesta sirve como evidencia de los valores actuales del manejo y valoración de los parámetros de AL y DU de la provincia de El Oro. Estos datos actuales reflejan las condiciones ambientales actuales de la industria camaronera.

3.2.1. Datos de alcalinidad y dureza en diferentes cuerpos de agua de las distintas camaroneras de la provincia de El Oro

El monitoreo de la concentración de AL y DU en los estuarios, llevado a cabo durante el período de 1998 a 2002 como parte del proyecto de calidad de agua, constituye un componente esencial para la metodología de investigación, proporcionando una base sólida para el análisis. La inclusión de estos datos en la metodología es fundamental, ya que nos permite trazar patrones, identificar tendencias y evaluar la estabilidad de los parámetros de AL y DU en un período de tiempo significativo. Además, estos datos históricos sirven como punto de referencia crucial para comparar con las mediciones actuales y evaluar cualquier cambio o evolución de los estuarios.

Datos de la concentración de AL y DU en varios puntos de la zona costera de la provincia de El Oro, como parte del proyecto de calidad de agua, ejecutado a través del

Centro de Investigaciones Agropecuarias, representan un recurso invaluable. Estos datos abarcan un período significativo, comprendido entre los años 1998 y 2002.

Estos datos son cruciales para establecer una línea de base sólida y comprender cómo la concentración de AL y DU en los efluentes ha variado a lo largo de este período de tiempo específico. La inclusión de estos datos permitirá evaluar de manera detallada las tendencias a lo largo de los años y las posibles fluctuaciones en la calidad del agua en los efluentes.

Adicionalmente datos actuales de la concentración de AL y DU del Sur de la zona costera de la provincia de El Oro, fueron obtenidos en colaboración con la Asociación de Camaroneros del Sur (ASOCAM), una organización con sede en Hualtaco, provincia de El Oro, que incluye mediciones precisas de AL, DU y salinidad de muestras de efluentes provenientes de camaronas tanto en el continente como en islas de la zona sur de la provincia. Estos datos se recopilaron rigurosamente por ingenieros especializados en el monitoreo de la calidad del agua en las piscinas de cultivo. La colaboración con ASOCAM ha sido de vital importancia para garantizar la representatividad y la calidad de los datos utilizados en este estudio, ya que provienen directamente de la industria camaronera en funcionamiento en la zona de interés.

Los datos de AL y DU presentes durante el cultivo del camarón en piscinas de Santa Rosa y Jambelí. (Tabla 6), fueron recolectados bajo el mismo método de muestreo realizado en estuarios y en efluentes, de las investigaciones realizadas por el Programa de Acuicultura dirigido por el docente, Dr. Colon Velázquez. Los análisis que fueron recolectados de AL, DU y salinidad son extraídos de seis procesos de engorde de camarón, en zonas diferentes, tres en la zona de Jambelí y el otros tres en la zona de Santa Rosa. Pero para un mejor análisis, se los agrupo en un solo proceso de engorde en cada zona, tal y cual como podemos observar en la tabla 6.

Dado que los datos de cultivo fueron tomados de manera semanal, son útiles para observar el comportamiento de las variables de AL y DU en un cultivo en las dos zonas referidas como zona marítima insular y zona continental tierra adentro.

3.2.2 Relación entre alcalinidad, dureza y salinidad

La comparación de los datos de la investigación se la realizo con dos softwares, los cuales son: Excel y el programa estadístico SPSS. En donde en Excel se manipulo los datos históricos y los valores de ASOCAM; aquí se realizaron tablas con análisis descriptivos como promedio, desviación estándar, coeficiente de variación, valores mínimos y máximos. Posteriormente para poder observar relaciones entre algunas variables se pasaron los datos al SPSS para realizar graficas que nos ayudaron a interpretar de mejor manera todos los valores. Se uso el método grafico de correlación para observar si el P-valor es cercano a 1 y así determinar la relación entre sus variables. Se comparo la variable de AL con la de salinidad de los afluentes y efluentes. Lo mismo se realizó también con la variable DU.

3.2.3. Análisis de la encuesta y entrevista

A través de catorce preguntas desarrolladas en la plataforma Google Forms, donde se obtuvo veintitrés encuestados, buscamos obtener información detallada sobre cómo los productores camaroneros perciben la AL y la DU en sus estanques de cultivo. Estas preguntas incluyen aspectos relacionados con su nivel de conocimiento sobre AL y DU, su impacto en la producción de camarones, así como cualquier medida o estrategia que puedan implementar para gestionar estos factores. La plataforma nos proporcionó las figuras necesarias para representar las respuestas de los encuestados de una manera más didáctica, la cual se pueda explicar y entender de mejor forma.

Una vez recopilados los datos a través de estas encuestas, se llevaron a cabo análisis estadísticos utilizando el software SPSS. Estos análisis incluyeron comparaciones descriptivas para identificar tendencias y patrones en las respuestas de los productores, así como correlaciones para evaluar posibles relaciones entre las percepciones de AL y DU y otros factores relevantes, como la producción de camarón o las estrategias de manejo implementadas.

Preguntas de la encuesta realizada:

1. Ubicación de la Camaronera

2. ¿Cuál es el número de hectáreas que tiene su camaronera?
3. ¿Qué tipo de sistema de cultivo tiene?
4. Nombre del Sitio dónde se encuentra la Camaronera.
5. ¿De dónde proviene la fuente agua para el cultivo?
6. ¿Qué salinidad tiene su camaronera (S‰)?
7. ¿Realiza Análisis de Calidad de Agua?
8. ¿Realiza Análisis de AL en el agua?
9. ¿Realiza Análisis de DU en el agua?
10. ¿Qué método utiliza?
11. ¿Dónde o quién lo realiza?
12. Si usted realiza análisis de AL. ¿Cuál es el valor promedio aproximado de este parámetro?
13. Si usted realiza análisis de DU Total. ¿Cuál es el valor promedio aproximado de este parámetro?
14. ¿Con qué frecuencia realiza estos Análisis?

En cambio, las entrevistas fueron estructurada mediante preguntas claves que ilustren aspectos relacionados al tema de estudio. Se logró conversar personalmente con técnicos de campo, especializados en diferentes áreas, donde nos supieron conversar por sus años de experiencia cómo han venido manejando el tema de AL y DU en sus cultivos y así ofreciéndonos datos reales para el estudio, ya que aportan un contexto y una perspectiva práctica a la comprensión del tema. Sus conocimientos y percepciones son esenciales para capturar la realidad y los desafíos que enfrentan en su labor cotidiana. Las preguntas

planteadas se centraron en temas como la importancia que atribuyen a la AL y la DU, cómo estos factores afectan a la salud y el rendimiento de los organismos cultivados, y las estrategias que emplean para monitorear y ajustar estos parámetros en su trabajo diario.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADO Y DISCUSIÓN

4.1. Concentración de alcalinidad y dureza y salinidad en diferentes cuerpos de agua de la Provincia de El Oro.

4.1.1. Afluentes

La investigación de calidad de agua de hace 20 años, recolecto un número de muestras de afluentes, las cuales fueron un total de; 88 para AL, 132 para DU y 44 de salinidad para cada uno de los esteros. Se pueden ver representados estos datos estadísticos de AL, DU, y salinidad de tres estuarios de la Provincia de El Oro.

Observando la variable AL en las 3 zonas, los valores mínimos, prácticamente en todos los sitios existe al menos un valor por debajo de los 100 mg/L. Según Previos reportes sugieren que la AL debe estar por encima de 100 mg/L para un normal crecimiento en el *L. vannamei*. (Boyd & Daniels, 1994; Nunes & López, 2001)

Es decir que la provincia de El Oro esta influenciada por la presencia de aguas dulces, que reducen en algún momento la AL y este es un motivo que puede afectar el estrés del camarón si este parámetro persiste por un largo periodo de tiempo. Esto puede ser una variable más a considerar si nos planteamos que viene, según los expertos, un fenómeno del niño cargado de lluvias.

En los promedios también se puede observar que existen dos datos menores a 100 mg/L, en el sector del estero de santa rosa lo que significa que este afluente tiene una leve descarga de agua dulce. En este caso el agua no estaria en condiciones aceptables segunlo

que sugieren Nunes y Lopez (2001). En cambio, los valores máximos demuestran que al menos en dos zonas este número sobrepasa los 200 mg/L, valor que no es tan alto, se puede observar en la Tabla 3.

Tabla 3. Datos estadísticos de AL, DU, y salinidad de tres estuarios de la Provincia de El Oro.

SITIOS	ESTADÍSTICA	ALCALINIDAD (mg/L)	DUREZA (mg/L)	SALINIDAD (‰)
HUAYLA 1	\bar{X}	143.89	3515.73	19.77
	σ	32.68	1286.75	7
	CV %	22.72	36.6	35.42
	Vmin	73	1001	5
	Vmax	231	5700	32
	n	44	44	44
HUAYLA 2	\bar{X}	100.39	3931.8	23.15
	σ	24.51	1307.5	6.69
	CV %	24.42	33.25	28.91
	Vmin	10	1501	11
	Vmax	137	7200	35
	n	44	44	44
SANTA ROSA 1	\bar{X}	84	2396.39	13
	σ	35.84	1510.84	8.57
	CV %	42.6	63.05	64.17
	Vmin	26	250	1
	Vmax	215	5750	31
	n	44	44	44
SANTA ROSA 2	\bar{X}	98.56	3456.18	19.45
	σ	24.54	1306.84	6.88
	CV %	24.9	37.81	35.36
	Vmin	52	1301	6.5
	Vmax	134	6100	35
	n	44	44	44
SANTA ROSA 3	\bar{X}	103	3715.84	21
	σ	24	1193.59	5.62
	CV %	23	32.12	26.93
	Vmin	55	1802	11
	Vmax	162	6550	35
	n	44	44	44
BRAVITO	\bar{X}	109.02	4402.09	26.2
	σ	19.22	934.68	4.47
	CV %	17.63	21.23	17.06
	Vmin	44	2452	17
	Vmax	162	6800	35
	n	44	44	44

Fuente: Elaborado por autores.

Observando los valores de salinidad podemos notar como en las zonas con más baja cantidad de sales, va en relación con los menores valores de AL, las cuales son en los 3 puntos del estero de santa rosa

Del análisis de resultado se determina que con la DU se puede observar casi un mismo patrón que con el de la AL, ya que el menor valor de DU coincide con el menor valor promedio de AL y estos dos a su vez con el valor mínimo de salinidad promedio más bajo en la misma zona de continente que es santa rosa.

Acorde a la presentación de los valores históricos se puede notar como la AL y DU en los afluentes de aquella época tienen directa relación con los valores de salinidad presentados en ese entonces, a una menor salinidad la AL y DU no es alta. Así mismo se demuestra que mientras más alejada esté la zona del continente la salinidad va a ir en aumento y en consecuencia su AL y DU, se incrementan.

4.1.2. Efluentes

Los resultados obtenidos en la tabla 4, sobre los datos recopilados de efluentes ubicados en continente e isla en la provincia de El Oro, revelan una serie de hallazgos significativos. En primer lugar, observando los valores mínimos se puede notar que, ya sea en continente o isla, hay resultados menores a 100 mg/L. Estos valores de baja AL se pueden dar razón a que existen intensas lluvias ya que estos resultados fueron recolectados coinciden con épocas de invierno. En este sentido se nota que la Región Costera está fuertemente influenciada por drenajes fluviales. Sin embargo, se puede decir que en ambos cuerpos de agua hay una AL aceptable, pero hay sitios y momentos en las piscinas que esta variable fue baja. También se puede seguir notando una clara diferencia de salinidades según las zonas, ya que existe una menor salinidad en el continente y a su vez se sigue notando la clara relación con la AL y la DU.

En conjunto, estos resultados sugieren que existen diferencias notables en la calidad del agua entre las zonas de continente e isla en la provincia de El Oro, lo que puede deberse a una combinación de factores geográficos, prácticas de manejo y condiciones ambientales

locales. Estas diferencias pueden tener implicaciones importantes para la gestión y el monitoreo de las piscinas camaroneras en ambas áreas, y podrían requerir enfoques de manejo adaptados a las condiciones específicas de cada zona.

Tabla 4. Datos recopilados de efluentes ubicados en continente e isla en la provincia de El Oro.

SITIOS	ESTADÍSTICA	ALCALINIDAD (mg/L)	DUREZA (mg/L)	SALINIDAD (‰)
CONTINENTE	\bar{X}	118	1780	15
	σ	31	922	6
	CV %	29	60	41
	Vmin	76	916	8
	Vmax	166	6958	23
	n	92	92	92
ISLA	\bar{X}	121	2646	28
	σ	15	641	2
	CV %	14	27	9
	Vmin	89	1711	25
	Vmax	130	3410	31
	n	27	27	27

Fuente: Elaborado por autores.

El análisis de los valores en la tabla 5, los cuales son: datos recopilados de AL y DU del Sur de la zona costera de la provincia de El Oro, durante los años 2021, 2022 y 2023 revela tendencias significativas en la concentración de AL y DU en los cultivos de camarón en la zona sur de las costas de la provincia de El Oro. A primera vista se nota aumentos de la salinidad en los cultivos de estos sectores con el pasar de los años, ya que existen resultados de 0 y 2 ppt en los valores mínimos de salinidad que van de 2021 a 2023.

Otra observación muy importante la encontramos en la AL en el tiempo, ya que a medida que pasan los años esta variable del valor promedio ha venido en aumento (142 – 160 – 145 mg/L). De la misma forma con la DU, según sus valores esta va en aumento (2136 – 3954 - 5719 mg/L). Todos estos son indicadores del manejo de la AL y DU en la actividad del cultivo de camarón.

De la observación de estos resultados (Tabla 5) podemos determinar que el sector acuícola ha venido en una constante evolución y le están empezando a poner más atención a estas dos variables, ya que nos damos cuenta en el manejo que le dan ahora en el agua. En los datos históricos se pudo observar cómo los cuerpos de agua de los afluentes y efluentes de hace 20 años tenían gran similitud y estos aumentaban de acuerdo a su salinidad, lo que significaba que no se preocupaban por aumentar los parámetros de AL y DU si no que se dependía de los valores naturales del agua.

Actualmente en los cultivos de la zona sur de la provincia de El Oro registrados, y que de acuerdo a la figura 6 (c) y figura 7 (c), se presentan todos los resultados de estos cultivos en estos 3 años, evidenciándose que la salinidad no es un parámetro que necesariamente tenga una relación directa con la AL y DU, ratificándose lo anteriormente indicado.

Estos resultados enfatizan la necesidad de una continua atención a la calidad del agua en los cultivos de camarón en la provincia de El Oro. El aumento en la DU y la variabilidad en los parámetros subrayan la importancia de estrategias de gestión específicas para garantizar condiciones óptimas para el cultivo. La salinidad también juega un papel crítico. En estos sectores se puede notar como tienen un amplio rango de salinidad, el cual puede deberse a un efecto del clima y por la evaporación del agua ya que actualmente la radiación es mucho mayor que antes. Para Valenzuela *et al.*, (2012), el parámetro físico-químico de la salinidad no es un factor limitante para el crecimiento y sobrevivencia de los organismos, sugiriendo que la alimentación jugó un papel fundamental.

Tabla 5. Datos recopilados de AL y DU del Sur de la zona costera de la provincia de El Oro.

ESTADÍSTICA	ALCALINIDAD (mg/L)	DUREZA (mg/L)	SALINIDAD (‰)
2021			
\bar{X}	142.61	2136.82	22.77
σ	39.81	2191.41	13.15
CV %	27.92	102.55	57.78
Vmin	70	136	0
Vmax	390	30421	45
n	426	426	426
2022			
\bar{X}	160.42	3953.87	12.37
σ	36.98	1878.96	10.92
CV %	23.06	47.52	88.25
Vmin	85	99	0
Vmax	285	11698	40
n	518	518	518
2023			
\bar{X}	145.98	5718.68	24.17
σ	42.02	2892.31	14.68
CV %	28.79	50.58	60.75
Vmin	100	115	2
Vmax	290	11870	44
n	107	107	107

Fuente: Elaborado por autores.

4.1.3. Durante el cultivo

En el marco de la investigación la tabla 6 sobre los datos de AL y DU en piscinas camaroneras durante el cultivo de camarón en las zonas de Santa Rosa y Jambelí, en la provincia de El Oro, se han obtenido resultados que arrojan luz sobre el manejo del agua en estas dos ubicaciones.

Se observa, que el promedio de AL fue de 142.34 mg/L, en la tabla 6, este valor entra en el rango que recomienda la investigación de Arantes *et al.*, (2017), en donde se menciona que un cultivo de camarón no debe tener menos de 120 mg/L. Limsuwan (2005), marca como preocupante si son menores a 40 ppt ya que con este valor el camarón tendrá problemas para mudar, y si se añade un pH menor a 7,5 es probable que se presente una mortalidad.

En la tabla 6, se puede observar que existe un mínimo de AL, de 57 mg/L y un máximo de 179 mg/L en Santa Rosa, y en Jambelí de 130 mg/L y 221 mg/L respectivamente, podemos notar que casi siempre en la parte insular (Jambelí) no ha habido un problema notorio con la AL.

La DU promedio en la investigación fue de 2034.5 mg/L. Estos valores indican una composición del agua con AL moderada y DU considerable, ya que se menciona que la DU del agua de mar en la que normalmente crecen los camarones aproximadamente es de 6600 mg/L (Van Wyk *et al.*, 1999), valor que en santa rosa está por debajo, pero el promedio de Jambelí (7171 mg/L) está un tanto superior.

En santa rosa existe una mayor variación de la salinidad (14.26 ‰), habiendo sido recolectados estos valores en la misma época, notándose una clara diferencia por las zonas geográficas.

En la figura 4, se observa el promedio de la AL en Santa Rosa y Jambelí con relación a los días de cultivo de las 3 piscinas, y como son las fluctuaciones de la AL en relación al tiempo de cultivo. Mientras tanto, en la figura 5 se demuestra el comportamiento promedio de la DU con relación a los días del cultivo que fueron 18-19. Según estas figuras podemos ver como la AL, al principio se encuentra menor a como finaliza, y podemos ver como en la zona de santa rosa llegar a bajar en los primeros días, pero posteriormente la corrigen en el cultivo. El promedio de DU del cultivo de las piscinas en santa rosa tiene un constante movimiento de subida, mientras que en Jambelí es más constante, aunque al finalizar incrementa de forma repentina.

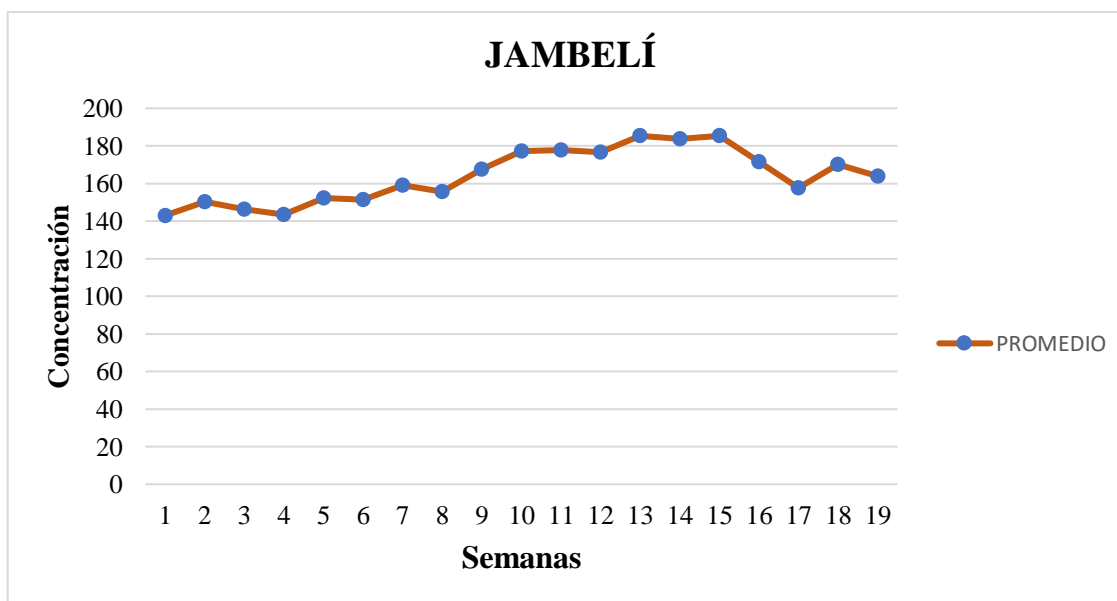
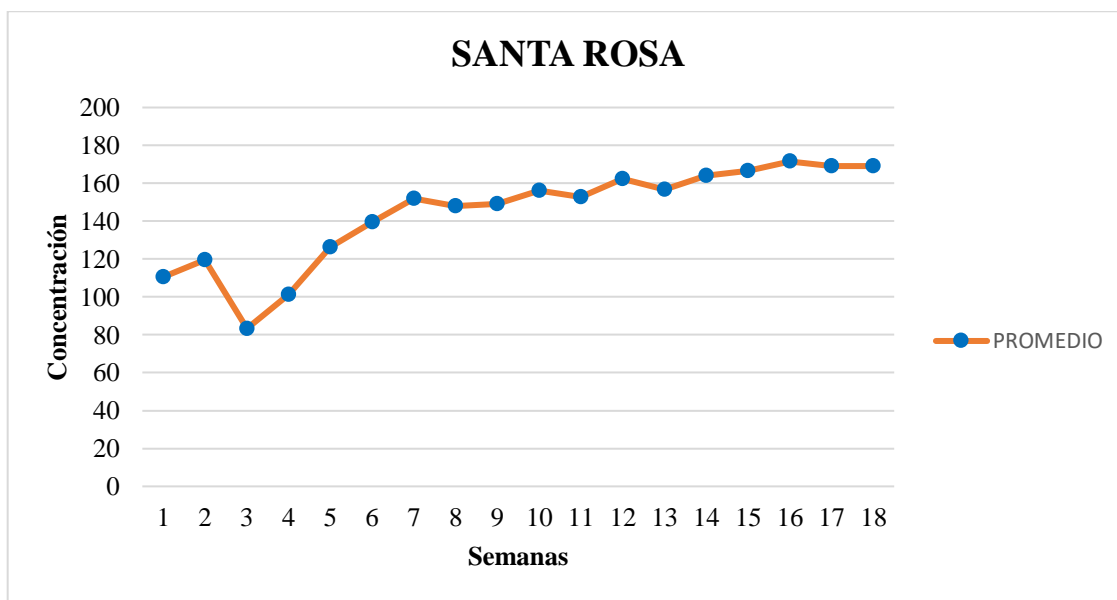
Estos resultados subrayan la importancia de monitorear y comprender la calidad del agua en las piscinas camaroneras y destacan la necesidad de considerar las diferencias regionales en la gestión de los cultivos de camarón en la provincia de El Oro. La variabilidad observada en los datos podría estar influenciada por factores geográficos, prácticas de manejo y condiciones ambientales locales, y estas consideraciones deben ser tenidas en cuenta para el desarrollo sostenible de la acuicultura en la región.

Tabla 6. Datos de AL y DU presentes durante el cultivo del camarón en piscinas de Santa Rosa y Jambelí.

SITIOS	ESTADÍSTICA	ALCALINIDAD (mg/L)	DUREZA (mg/L)
SANTA ROSA	\bar{X}	142.34	2034.5
	σ	28.16	727.78
	CV %	19.78	35.77
	Vmin	57	600
	Vmax	179	3300
	n	50	50
JAMBELÍ	\bar{X}	164	7171
	σ	19.85	1066.31
	CV %	12.09	14.87
	Vmin	130	6000
	Vmax	221	12275
	n	53	53

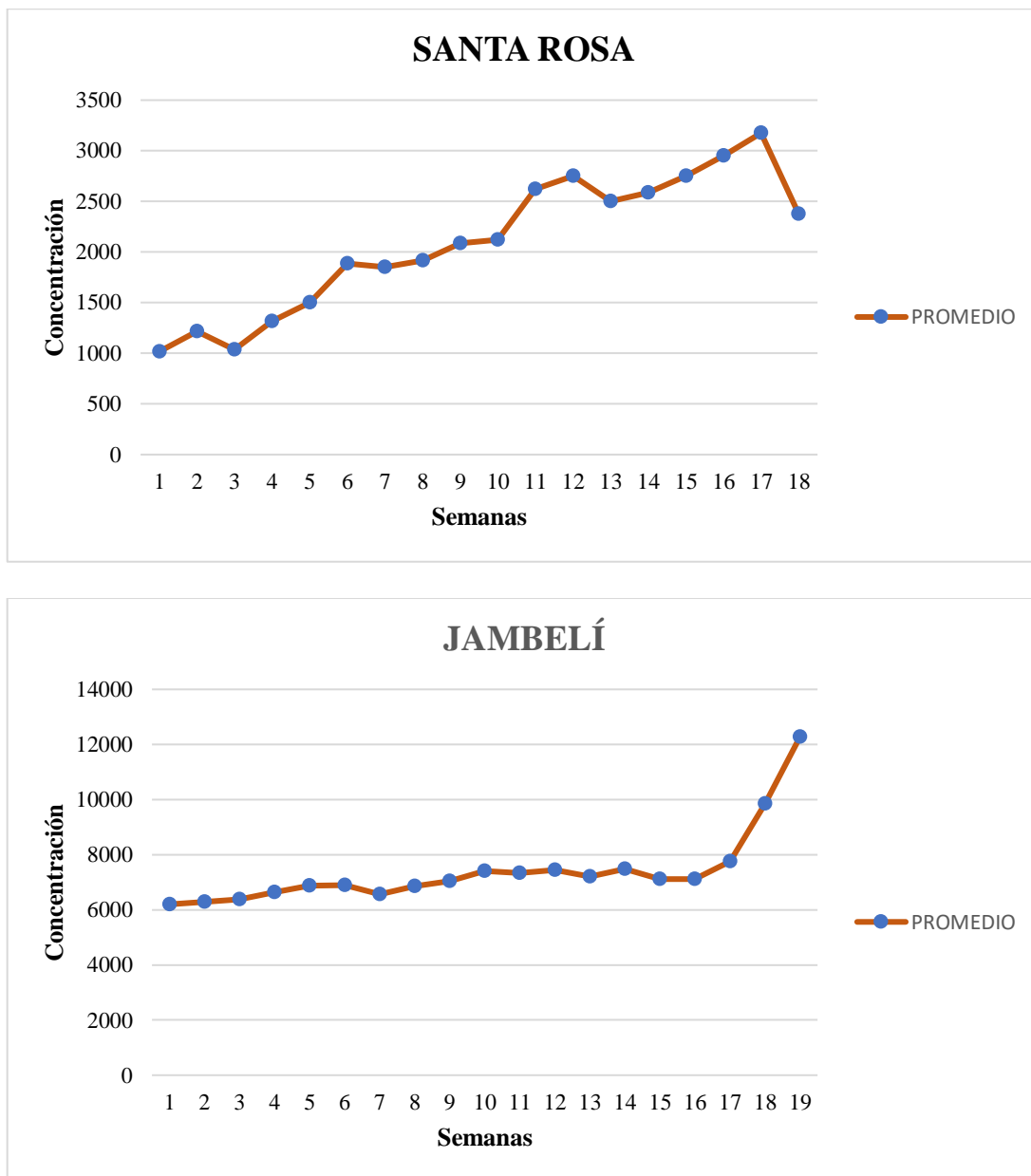
Fuente: Elaborado por autores.

Figura 4. Promedio de la AL en Santa Rosa y Jambelí con relacion a los dias de cultivo.



Fuente: Elaborado por autores.

Figura 5. Promedio de la DU en Santa Rosa y Jambelí con relacion a los días de cultivo



Fuente: Elaborado por autores

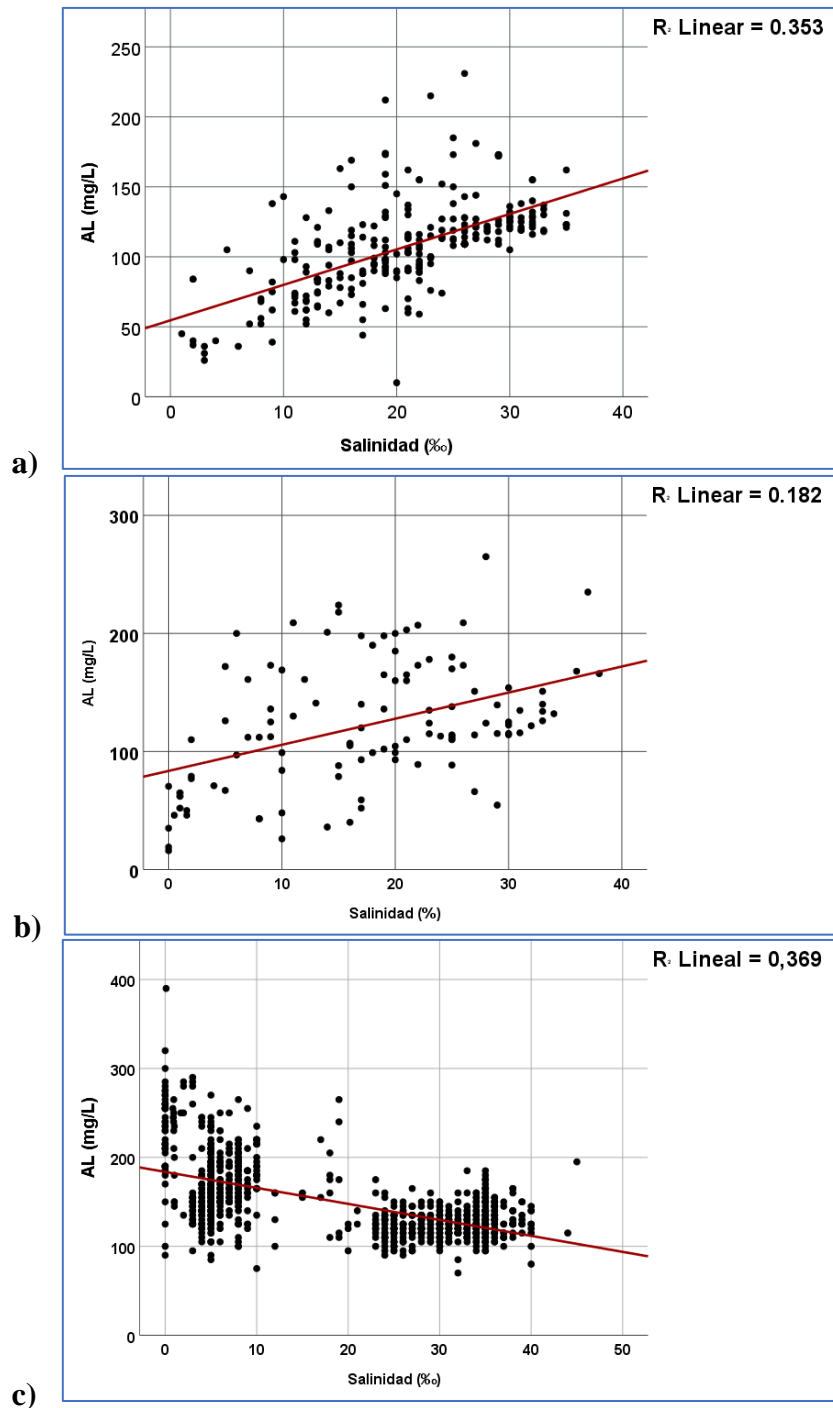
4.2. Relación Alcalinidad, Dureza y Salinidad

4.2.1. Relación AL y salinidad

Se puede notar una relación positiva de la AL con relación a la salinidad, en la que a mayor salinidad existe mayor AL. Pero esto a su vez, se observa que los rangos de salinidad en los estuarios de la Provincia de El Oro, fluctuaron entre de 18 a 40 ppt, lo cual puede ocurrir por efecto de las estaciones climáticas, y de manera específica la baja de la salinidad en época de lluvia y alta salinidad en época seca, esto ocurre en la figura 6 (a) que da a conocer cómo se comportaron los afluentes hace 20 años. Según Van *et al.*, (1999), la AL ideal en un cultivo se encuentra superior a los 100 mg/L, aspecto que es raificado por Nunes y Lopez (2001). Respecto la figura 6 (b) que muestra la relación de la AL y la salinidad en las salidas de cultivos de camarón 20 años atrás, lo que indica un significativo número de camaronerías tuvieron alcalinidades por debajo de 100 mg/L. Existen investigaciones que presentan que pueden estar los valores de AL por encima de (60 – 80 ppt) con una salinidad moderada de 15 – 25 ppt y un rango óptimo de pH (7.5 – 8.3 ppm) (Arcos, Arizaga, & Morocho, 2022). Pero aun así la mayoría de investigaciones siguen recomendando que el valor de AL sea como mínimo un 100 mg/L. Seguidamente, la figura 6 (c) muestra que la AL de las camaronerías actualmente en la zona sur de la provincia de El Oro, se reportó niveles por encima del 100 mg/L en un 95 % de la población de piscinas muestreadas.

La alcalinidad es un parámetro crítico para el desempeño del cultivo de camarón (Mendoza *et al.*, 2017), y se suma a otros parámetros como el O₂, el control de microorganismos, a ser entre otros parámetros los que han ayudado a mejorar las producciones del sector camaronero. Aun así, se ha observado en el presente trabajo que existen camaronerías que le brindan poca importancia a la AL y la DU, de acuerdo a los resultados de la encuesta y los pocos reportes de AL.

Figura 6. Dispersión de datos de la concentración de AL y salinidad en el agua de afluentes (a) – efluentes históricos (b) y efluentes actuales (c) de la provincia de EL Oro.



Fuente: Elaborada por autores.

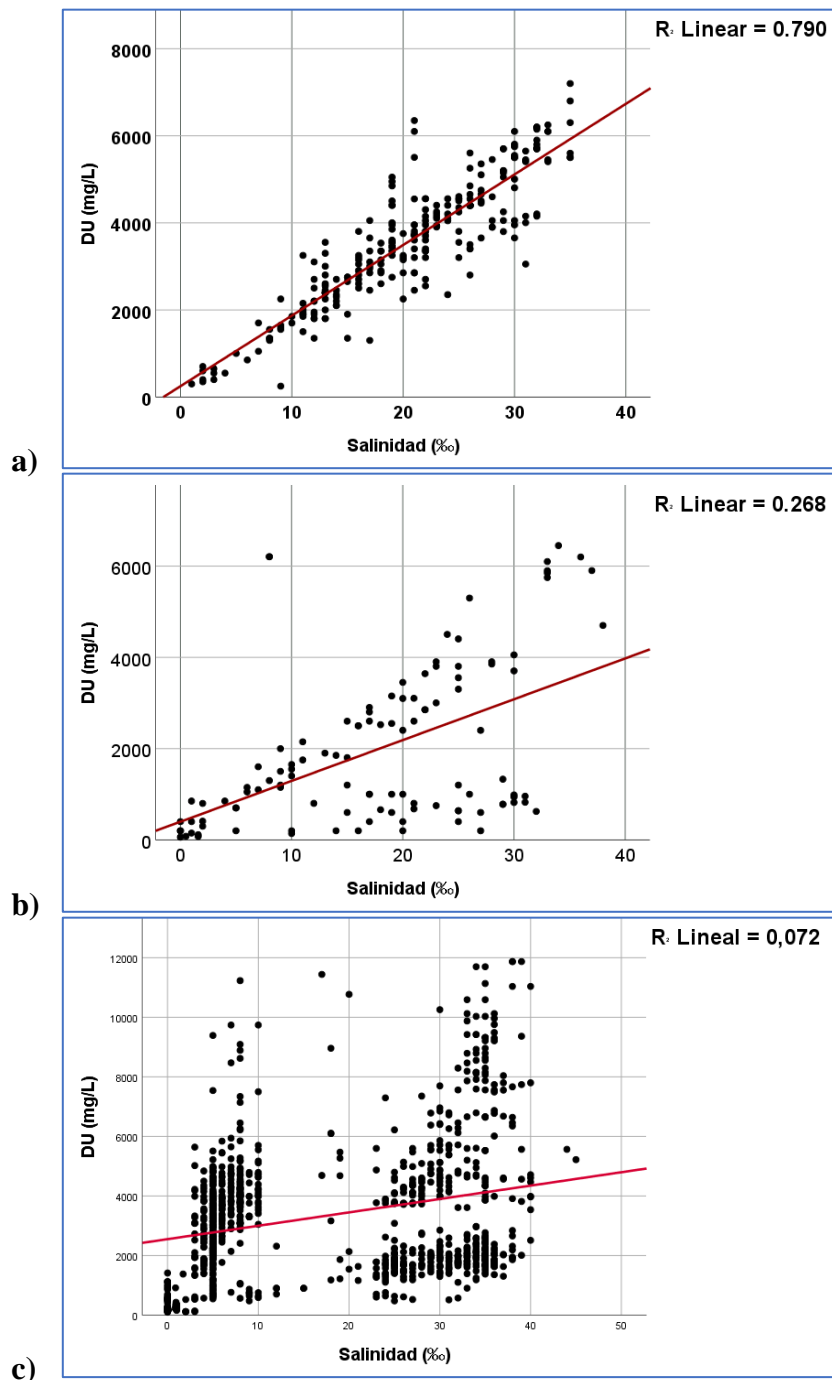
4.2.2. Relación DU y salinidad

En la figura 7 (a) se puede apreciar una relación lineal de la DU y la salinidad. Es decir a mayor salinidad mayor DU en el agua de los estuarios o cuerpos de agua natural de la costa de la Provincia de El Oro. La mínima concentración de DU registrada fue 250 mg/L coincide con una salinidad de 9ppt, y la salinidad más baja fue de 1 ppt, que va junto a una DU de 300 mg/L. Significa que si existe una clara relación de la salinidad con la DU en dicha zona, cabe recalcar que estas relaciones suceden en la zona de Santa Rosa, ya que al estar ubicada en continente se puede observar dicha salinidad. Por el otro lado, los niveles más altos se registraron en la zona de Huayla, el valor más alto es de 7200 mg/L que coincide con una salinidad de 30 ppt. Este afluente el cual es un brazo de mar posee dichas características en su calidad de agua, y al estar por zonas urbanas con desembocaduras de materia orgánica pesada llega a tener tales niveles de DU.

La figura 7 (b) se muestra la relación de la DU y la salinidad en piscinas camaroneras de 20 años atrás. Se observa claramente que el registro de DU estuvo por debajo de 6000 mg/L y un buen número de estanques de cultivo tuvieron valores de DU por debajo de 500 mg/L. Las camaroneras que tienen valores menores a los últimos mencionados, deben corregirse ya que, en la investigación de Saborío *et al.*, (2002), comprobaron que la AL y DU que empieza en el ciclo del cultivo, va a disminuir hasta finalizar la corrida, esto depende del sistema de manejo que lleve la piscina, ya que la disminución de estos parámetros, va a ir en decaída si la capacidad de carga es cada vez mayor.

En la figura 7 (c) se puede observar que la DU no tiene una relación con la salinidad. Se aprecia que hay un manejo de la DU dentro de las piscinas y está mantenida en condiciones aceptables puesto que los valores estuvieron desde 2000 a 12000 mg/L. muy superiores a los niveles registrados 20 años atrás. Esta variable ratifica lo anteriormente enunciado en AL, de que el manejo de piscinas camaroneras es significativamente mejor, en cuanto a otorgarle al organismo una AL y DU aceptable para cumplir sus procesos fisiológicos.

Figura 7. Dispersión de datos de la concentración de DU y salinidad en el agua de afluentes (a) – efluentes históricos (b) y efluentes actuales (c) de la provincia de EL Oro.



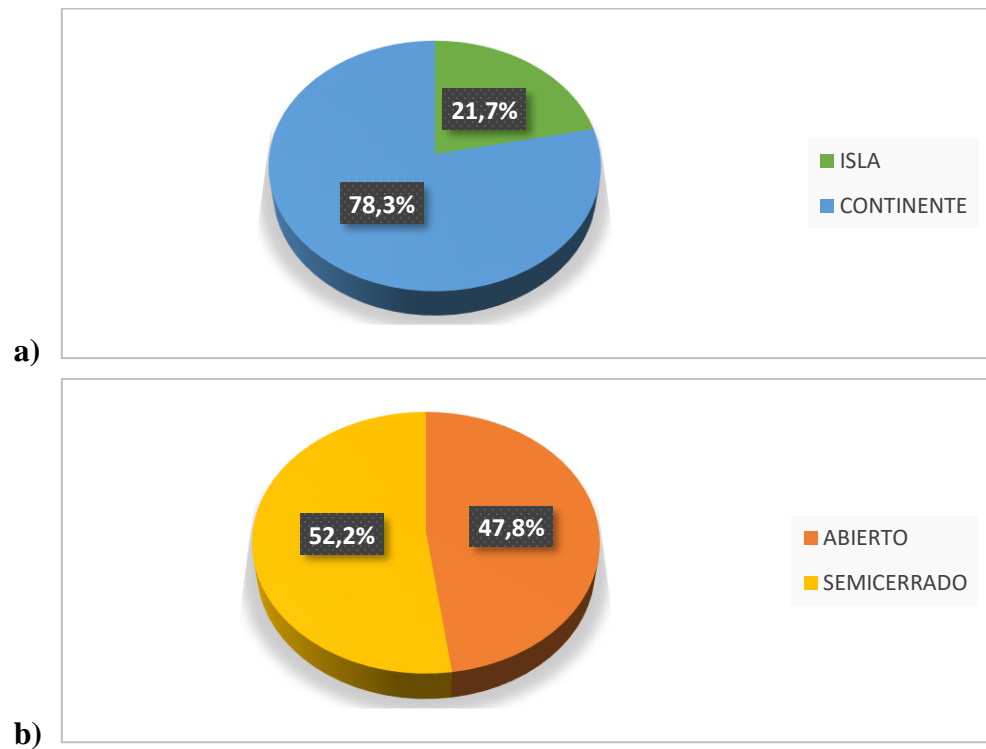
Fuente: Elaborado por autores.

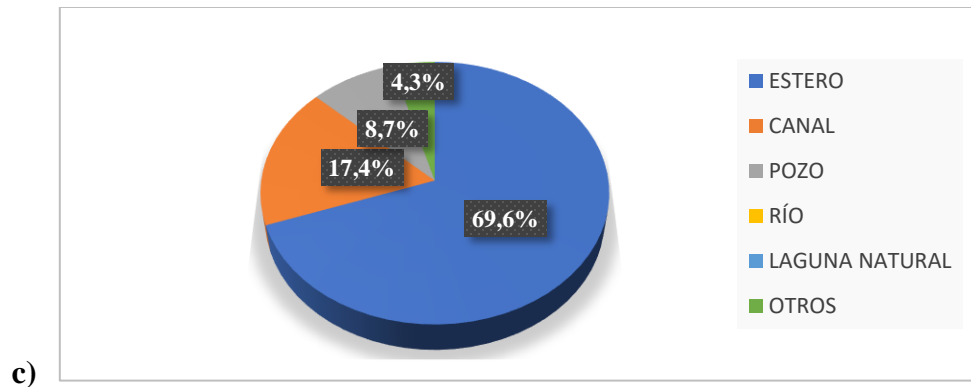
4.3. Percepciones acerca de la AL y DU.

4.3.1. Encuesta

En base a los resultados de la encuesta realizada a 23 personas sobre la ubicación de la camaronera, se observa en la figura 8 (a), que la mayoría de ellas se encuentra en continente, mientras que el 21,7% se ubica en islas. Dentro de estos cultivos, figura 8 (b) el mayor porcentaje son semi cerrados, aunque la diferencia no es muy amplia. En referencia a la fuente de agua utilizada, figura 8 (c) más de la mitad de los encuestados utiliza agua de esteros, un 17 % usa de canal y otro poco de encuestados usan agua de pozo. Como pudimos observar según la información científica las aguas provenientes de pozos normalmente pueden tener una DU aceptable pero una AL muy baja para el camarón (Velásquez *et al.*, 2023). Es interesante notar como varias personas en la provincia de El Oro no tienen una sola entrada de agua si no que sus afluentes son diversos.

Figura 8. Ubicación, sistema de cultivo y fuentes de agua de las camaroneras en la Provincia de El Oro.

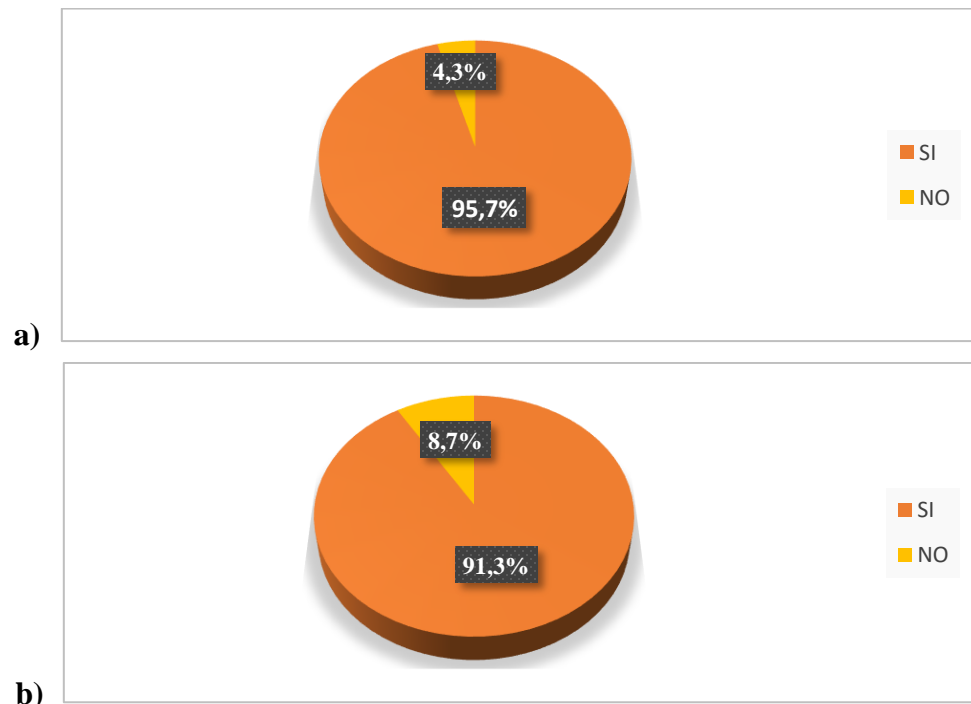


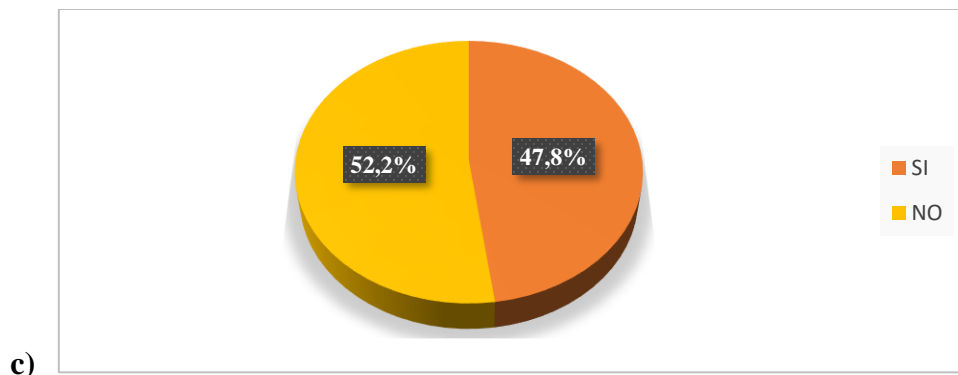


Fuente: Elaborado por autores.

En la figura 9 (a), se puede notar que el 95,7% de los encuestados realizan análisis de calidad de agua, siendo el 91,3% de ellos quienes llevan a cabo análisis de AL, figura 9 (b), mientras que el 52,2% realizan análisis de DU, figura 9 (c). Es decir que el análisis de AL no acompaña al análisis de DU frecuentemente, pero los productores camaroneros le otorgan mayor importancia a la AL.

Figura 9. Porcentaje de productores que realizan análisis de calidad de agua, análisis de AL y DU.

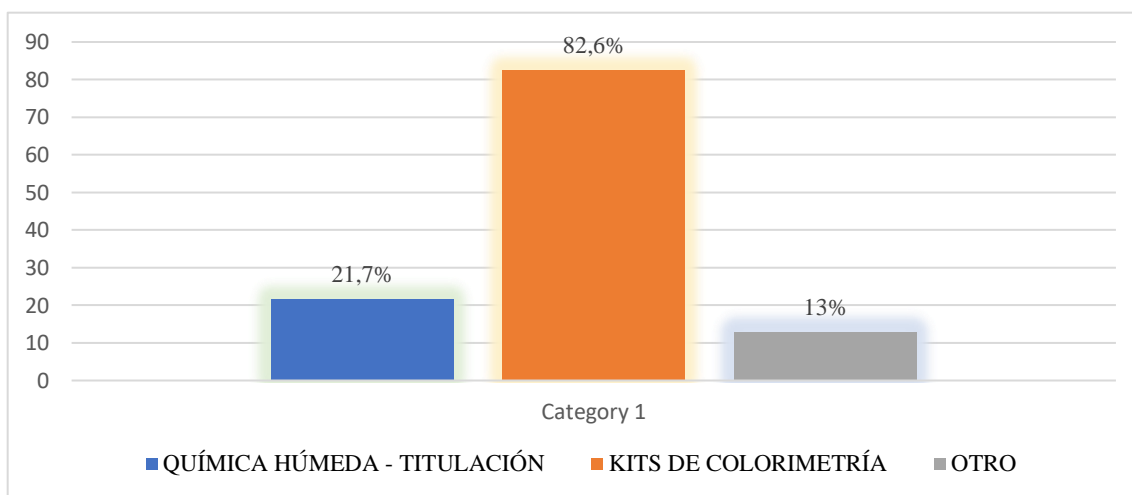




Fuente: Elaborado por autores.

En general, según la figura 10, la gran mayoría prefiere hacer sus análisis con kits de colorimetría, ya sea por su rápida comprobación y/o los bajos precios del método. Se puede ver que no hay un modelo específico de cómo realizar dichos análisis, normalmente los métodos que más se usan para determinar AL según Solórzano, (1984), son acidificación y titulación, en cambio para DU el utilizado es el método de EDTA.

Figura 10. Método para medición de la AL y DU.



Fuente: Elaborado por autores.

En términos de realización de los análisis, es muy parecido el número de personas que realizan los análisis de AL y DU, ya sean con equipos propios o externos según lo demostrado en la figura 11 (a).

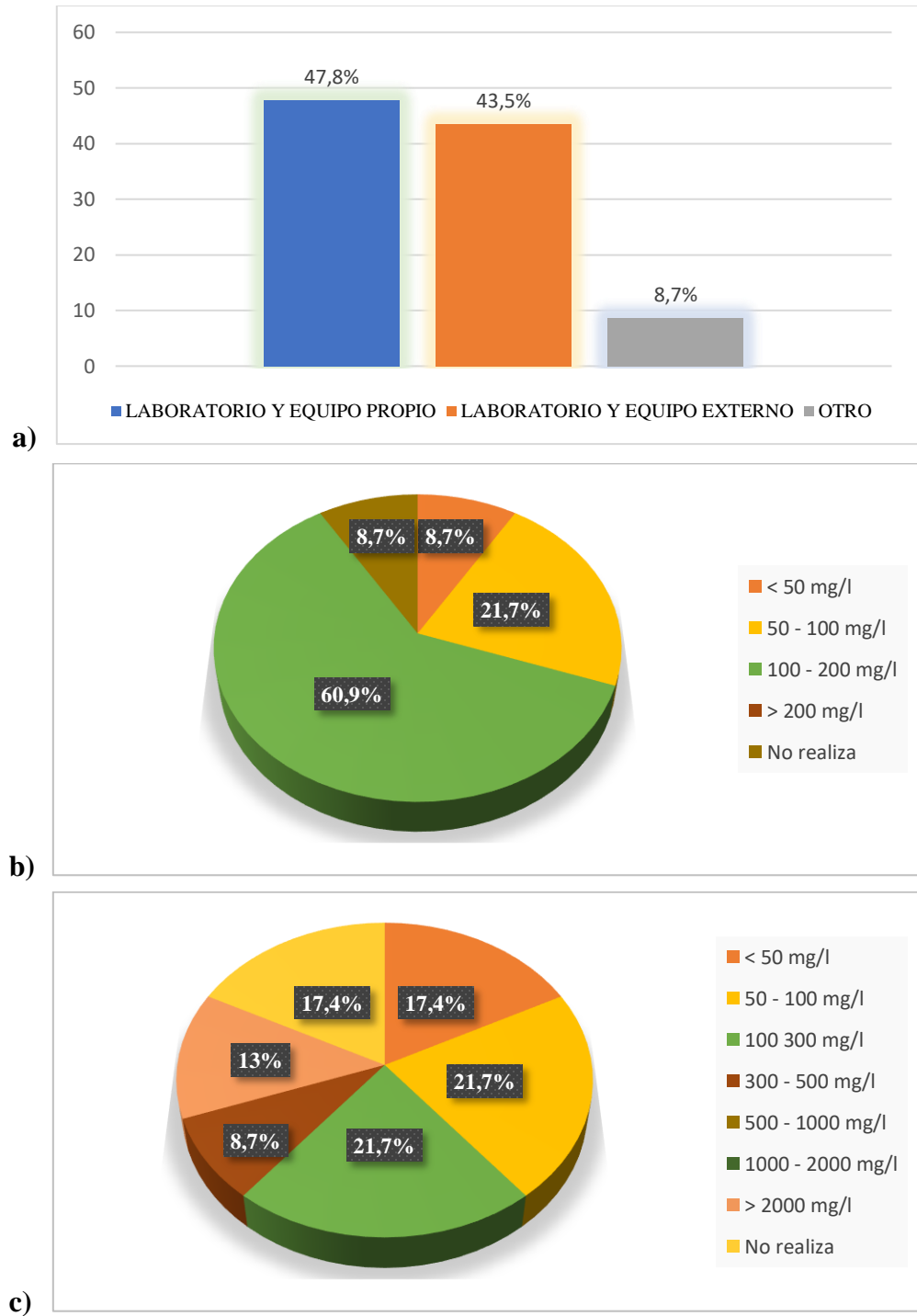
Podemos observar cómo en la figura 11 (b), como en la provincia de El Oro la mayoría de encuestados el (78,6%), presenta valores de AL en sus piscinas en un rango óptimo para la producción del *Litopenaeus vannamei* el cual debe ser superior a 100 mg/L, y por otro lado también se puede notar como un 21,7% tiene una deficiencia de carbonatos en su sistema de producción y además un pequeño porcentaje de personas están con niveles anormales de AL en sus piscinas menores a 50 mg/L, lo cual seguramente según la literatura mencionada sus animales estarían pasando por niveles de estrés de pH, y junto a una baja DU, pueden ocurrir problemas de muda y causaría una disparidad de tallas en el cultivo.

Hay que precisar que con valores muy altos de AL se puede observar por estrés, Duan *et al.*, (2023) debido a que la AL redujo la supervivencia y el crecimiento del camarón, y altero la estructura en el hepatopáncreas del *L. vannamei*, aunque mencionan que exactamente desconocen como la AL afecta la salud del camarón.

En cuanto a la DU, se puede notar como un 30 % sufre de DU menor a 100 mg/L, y los otros encuestados tienen distintos rangos de DU en sus sistemas de producción, esto está representado en la figura 11 (c)

Todos estos valores son indicadores que se está llevando un trato diferente a la DU del agua, y como se ha observado en la literatura, tener distintos niveles de DU y AL va a depender del manejo que le de cada administrador de granja, ya que no es lo mismo niveles de DU en cultivos de baja salinidad, como los demostrados por Prapaiwong & Boyd (2012), los cuales presentan en un cultivo de salinidad de 2.94 ± 0.31 (ppt) junto a valores de DU de 163.5 ± 36.0 (mg/L CaCO₃). Es un claro ejemplo de que la DU no siempre es la misma para todos los cultivos y que puede variar por distintas razones y su manejo también va a depender de diversos factores.

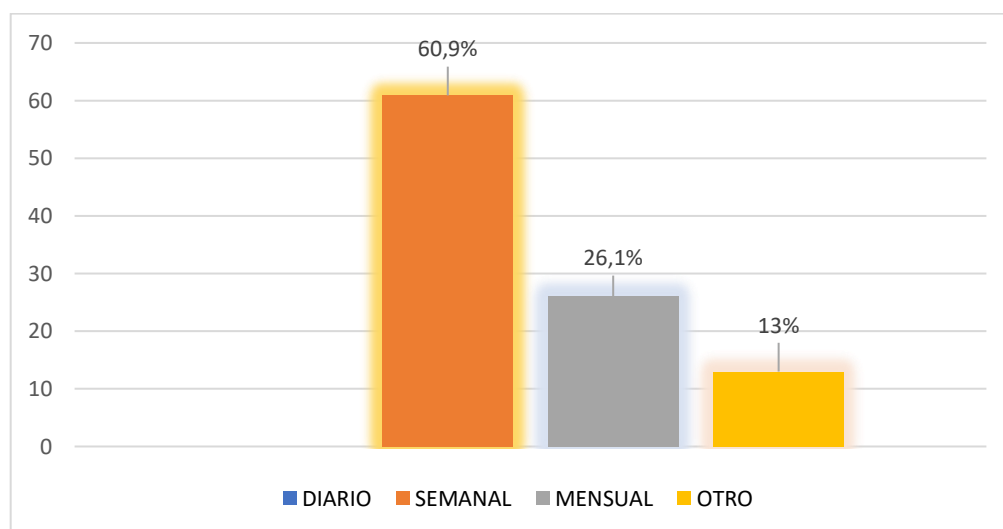
Figura 11. Lugar dónde se realizan los análisis, rangos de AL y DU.



Fuente: Elaborado por autores.

Los resultados demostrados en esta encuesta, figura 12, ayudan a saber que un gran número de personas realizan análisis de sus piscinas de forma semanal, significa que el productor, encargado o ingeniero que está al mando del sistema de producción, tiene presente el realizar análisis de estos dos parámetros muy importantes para el animal y su entorno.

Figura 12. Frecuencia con la que se realiza los análisis.



Fuente: Elaborado por autores.

4.3.2. Entrevista sobre el manejo de AL y DU en el agua

Pocas entrevistas realizadas a profesionales que manejan empresas camaroneras, determinaron que en algún caso hay desconocimiento del significado de la AL y DU en el agua, en otros casos se analizan esos parámetros de vez en cuando pero no se entiende el fundamento y las implicaciones en el cultivo de camarón y finalmente otros casos reportaron que utilizaron carbonato de calcio incrementa la AL y eso ya es satisfactorio para su propósito en el cultivo. Esto de alguna manera concuerda con los resultados anteriormente reportados de que existe análisis de AL y DU de agua, si existe manejo adecuado de estos dos parámetros, pero posiblemente las implicaciones sobre la fisiología del camarón y la calidad de agua en general son débilmente valoradas. El uso de la cal se ha convertido en

un mecanismo generalizado en preparación de piscinas y el agua a merced de lo que hace el vecino u otros, pero no con fundamentos.

También es importante comentar que, en una conferencia que contó con experimentados técnicos locales, un expositor resaltó la importancia del parámetro AL en el cultivo de camarón, indicando que, en zonas de alta salinidad, se necesita adicionar más sacos de cal (carbonato de calcio) y en zonas de baja salinidad menor cantidad de cal. Este criterio es motivo de análisis ya que, de acuerdo a los resultados del presente trabajo, el criterio de reducir o eliminar la cal en aguas de baja salinidad, podría ir en contra de los requerimientos de la especie, ya que a baja salinidad se reduce la presencia de sales de carbonato de calcio y magnesio necesarias para el camarón. Posteriormente, después del criterio del conferencista, vendedores de carbonato de calcio ratificaron lo expresado por el expositor, entonces se puede entender que el manejo de los parámetros AL en relación a la salinidad en el agua requiere mayor enfoque y refuerzo.

4.4. Análisis del mejoramiento del manejo del sector camaronero en el

Ecuador.

De lo observado previamente, queda demostrado que en los actuales momentos gran parte de productores camaroneros manejan adecuadamente la AL y la DU, lo que sin duda ha contribuido a mejorar la producción en cautiverio e incrementado la supervivencia, crecimiento, generando de esta manera mayor número de libras cosechadas en la industria. Los reportes exportaciones Ecuatorianas Totales de camarón en libras recolectados, de la Cámara Nacional de Acuicultura (2023), evidencian un incremento del aproximadamente un incremento anual aproximadamente del 16 % como se presentan en la tabla 7.

Entonces podemos analizar gracias a estos datos que el sector camaronero evidentemente está evolucionando de manera acelerada en la producción del crustáceo *L. Vannamei*, ya que a pesar de que se atravesó un año demasiado difícil para el mundo, el cual fue el 2020, año que se vivió una pandemia la cual arrasó con varios sectores productivos, la producción del camarón no se detuvo y siguió produciendo incluso más, lo que significa que nada de eso hubiese sido posible si no se estuvieran haciendo unas

mejores prácticas del manejo en el medio de cultivo y en el animal, poniendo énfasis en parámetros que antes no se tenían en cuenta como lo eran la AL y la DU.

Tabla 7. Reporte de exportaciones Ecuatorianas Totales de camarón en libras.

EXPORTACIONES ECUATORIANAS DE CAMARÓN (Libras)			
AÑO	2019	2020	2021
Enero	89.192.404	109.712.762	101.421.858
Febrero	99.644.130	131.998.915	126.636.641
Noviembre	135.273.597	154.257.289	188.165.830
Diciembre	105.986.034	95.557.708	185.686.546
TOTAL	1.397.490.379	1.491.132.214	1.855.634.851

Fuente: (Cámara Nacional de Acuacultura, 2023)

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Con los reportes de la Cámara Nacional de Acuicultura (Tabla 7), más los resultados de las encuestas y la base de datos de ASOCAM, son evidencias actuales del manejo del sector acuícola de camarón, concluyendo que se está aplicando más el conocimiento de los parámetros de AL y DU en las piscinas camaroneras de la provincia de El Oro. Se pudo observar que en tiempos antiguos la AL estaba muy relacionada con la salinidad, lo que permite interpretar que el sector manejaba el agua de cultivo sin mayor acción de manejo para modificar las condiciones externas. En la actualidad no existe relación de la concentración de AL y DU del agua externa con la de cultivo, es decir que ahora existe más interés en los dos parámetros para tenerlos en los rangos recomendados.
- Las concentraciones de AL y DU del agua en la provincia de El Oro quedaron demostradas que actualmente en las salidas del agua de piscinas camaroneras, valores máximos de AL, sobrepasan los 200 mg/L CaCO_3 , lo que significa que se está dando una mayor carga de carbonato de calcio en los mesocosmos, a diferencia que hace 20 años en donde los niveles máximos no llegaban a dicho valor antes mencionado. Lo mismo ocurre con la DU, en la actualidad los valores sobrepasan incluso los 10.000 mg/L CaCO_3 , cosa que hace 20 años llegaban hasta los 6000 mg/L. Se nota un claro aumento en las concentraciones de AL y DU en las zonas insular y continentales de la provincia de El Oro.
- Se llegó a la conclusión que en los valores demostrados de hace 20 años la relación que tenía la AL y la DU con la salinidad era positiva, ya que a medida que la salinidad aumentaba las otras dos variables incrementaban de la misma manera, viéndose valores más altos en la zona insular, se observó que a medida que la

muestra de agua de manera natural estaba más cercana al mar, su salinidad aumentaba y por ende la AL y DU acrecentaba.

- Con el apoyo de encuestas y entrevistas se llegó a la conclusión de que actualmente el sector camaronero muestra interés en los parámetros de AL y DU, y que aún existen productores que desconocen las implicaciones de dichos factores que pueden llegar a perjudicar toda una cosecha de camarón. Con la ayuda de foros, exposiciones, charlas, y eventos acuícolas, el sector camaronero en la provincia de El Oro, va teniendo un mejor enfoque en el manejo de valores óptimos de AL y DU.

5.2. RECOMENDACIONES

- Realizar monitoreos constantes de la AL y DU del agua. Esto permitirá tener un control estricto y actuar de forma preventiva ante cualquier desequilibrio.
- La salinidad del agua de la estructura camaronera de la Provincia de El Oro, es variable y tiende a cambiar acorde a las condiciones del clima, por ende la Alcalinidad y la Dureza del agua también. Si se decide usar algún aditivo para ajustar la AL y DU, es vital analizar el objetivo y observar otras características del agua como la salinidad, y seguir las dosificaciones recomendadas por los especialistas.
- Mantener un registro de todas las intervenciones realizadas en la piscina, incluyendo las fechas, cantidades y observaciones tras la adición de cal u otros ajustes.
- Monitorear niveles de agua, y asegurarse de contar con sistemas de control de filtración adecuados. Estos sistemas, aparte de mantener la calidad del agua, pueden ayudar a estabilizar la AL y DU.
- Evitar la introducción de aguas de fuentes desconocidas, ya que podrían alterar los niveles de AL y DU.
- Considerar el manejo de la AL y DU como parámetros importantes para el cultivo de *L. vannamei*, en el que también se debe prestar atención a otros factores como la alimentación de los camarones, el oxígeno disuelto, y la temperatura, entre otros.
- Considerar las condiciones de la calidad del agua del medio circundante o fuente utilizada para el cultivo del camarón y buscar opciones de manejo sostenibles y amigables con el medio ambiente al momento de gestionar y tratar el agua.

6. BIBLIOGRAFÍA.

- Arantes, R., Schweitzer, R., Magnotti, C., Lapa, K., & Vinatea, L. (2017). A comparison between water exchange and settling tank as a method for suspended solids management in intensive biofloc technology systems: effects on shrimp (*Litopenaeus vannamei*) performance, water quality and water use. *Aquaculture Research*, 48(4), 1478-1490. Doi:<https://doi.org/10.1111/are.12984>
- Arcos, D., Arizaga, R., & Morocho, L. (2022). Análisis de la toxicidad de los efluentes vertidos en las camaroneras en Guayaquil. *Polo del Conocimiento*, 7(7), 2771-2784. Doi: 10.23857/pc.v7i7.4392
- Ariza, F., & Mujica, E. (2019). Tecnología Biofloc (BFT), una alternativa sostenible para el desarrollo de la acuicultura: revisión. *Ingeniería y Región*, 21, 2-11. Doi: <https://doi.org/10.25054/22161325.1841>
- Balda, P., & Menéndez, R. (2002). Estudio del cultivo del *Litopenaeus vannamei* con agua dulce proveniente de los acuíferos, en la zona de churute. Tesis de grado. *Escuela Superior Técnica del Litoral*. <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/4667>
- Berger, C. (2020). La acuicultura y sus oportunidades para lograr el desarrollo sostenible en el Perú. *South Sustainability*, 1(1), e003-e003. Doi: <https://doi.org/10.21142/SS-0101-2020-003>
- Boyd, C. (2016). What causes alkalinity changes in aquaculture waters? Retrieved from *Global Seafood Alliance*. <https://www.globalseafood.org/advocate/what-causes-alkalinity-changes-in-aquaculture-waters/>

- Boyd, C., & Daniels, H. (1994). Liming and fertilization of brackishwater shrimp ponds. *Journal of Applied Aquaculture*, 2(3-4), 221-234.
- Boyd, C., Tucker, C., & Somridhivej, B. (2016). Alkalinity and hardness: Critical but elusive concepts in Aquaculture. *Journal of the World Aquaculture Society*, 47(1), 6-41. Doi: <https://doi.org/10.1111/jwas.12241>
- Briceño, H., Velazco, E., Moreno, B., Romero, R., & Barboza, L. (2022). Factibilidad de *Litopenaeus vannamei* (Crustácea, Decápoda: Penaeidae) en áreas provenientes de agua subterránea. Municipio Miranda del estado Zulia-Venezuela. *Journal of the Selva Andina Animal Science*, 9(2), 64-76. Doi: <https://doi.org/10.36610/j.jsaas.2022.090200064>
- Buiké, P. (2018). Efectos de la temporada de lluvias en estanques de engorde de camarones. *Global Seafood Alliance*. <https://www.globalseafood.org/advocate/retro-adaptacion-de-granjas-de-camaron-sistemas-de-recirculacion/>
- Cabrera, J. (2021). Análisis de la calidad del agua a través de parámetros fisicoquímicos en tres puntos de muestreo para un proyecto acuícola. Informe técnico. *Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas*. <https://hdl.handle.net/20.500.12753/4169>
- Cámara Nacional de Acuicultura. (2023). Reporte de exportaciones ecuatorianas totales. *CNA-ecuador*. Obtenido de <https://www.cna-ecuador.com/estadisticas/>
- Carbajal, J., Sánchez, L., Villa, L., Carrasco, J., & Martínez, J. (2013). Water quality assessment in shrimp culture using an analytical hierarchical process. *Ecological indicators*, 29, 148-158. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.12.017>
- Castillo, B., & Velásquez, P. (2021). Manejo estacional de los sistemas de producción de camarón en el Ecuador. *Sociedad & Tecnología*, 4(3), 447-461. Doi: <https://doi.org/10.51247/st.v4i3.151>
- Chakravarty, M., Ganesh, P., Amarnath, D., Shanthi, B., & Srinu, T. (2016). Spatial variation of water quality parameters of shrimp (*Litopenaeus vannamei*) culture

ponds at Narsapurapupeta, Kajuluru and Kaikavolu villages of East Godavari district, Andhra Pradesh. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 4(4), 390-395. ISSN: 2347-5129

Chuquipoma, A., (2020). Parámetros de calidad del agua entre tres fuentes de abastecimiento, para el cultivo de *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931), en agua dulce, en la empresa Ecoacuicola SAC Piura-Perú-2019.

Collazos, L., & Arias, J. (2015). Fundamentos de la tecnología biofloc (BFT). Una alternativa para la piscicultura en Colombia. Artículo de Revisión. *Revista Orinoquia*, 19(1), 77-86. ISSN: 0121-3709
<http://www.scielo.org.co/pdf/rori/v19n1/v19n1a07.pdf>

Duan, Y., Xing, Y., Zhu, X., Li, H., Wang, Y., & Nan, Y. (2023). Integration of transcriptomic and metabolomic reveals carbonate alkalinity stress responses in the hepatopancreas of *Litopenaeus vannamei*. *Aquatic Toxicology*, 260, 106569. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2023.106569>

Espinoza, P., Lucas, Y. M., Ramos, B., & Alarcón, J. (2022). Impacto del internet de las cosas en el control y monitoreo de los parámetros del agua para la producción del camarón de Ecuador. Pro Sciences: *Revista de Producción, Ciencias e Investigación*, 6(43), 83-92. Doi: <https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol6iss43.2022pp83-92>

Flores, E., & Machuca, M. (2017). Evaluación de la calidad de agua tratada de los sectores General Vintimilla y Señor de Flores, de la parroquia Bayas del cantón Azogues. Trabajo de Titulación. *Universidad de Cuenca*.
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/27100>

Fonseca, E. (2010). Industria del camarón: su responsabilidad en la desaparición de los manglares y la contaminación acuática. REDVET. *Revista electrónica de Veterinaria*, 11(5), 1-20. E-ISSN: 1695-7504
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63613160006>

- García, J., & González, M. (2021). Bioproductos estimulantes de crecimiento en vivero y semillero de café (*Coffea arabica* L.) en la finca Chelol Jinotepe-Carazo. Trabajo de Tesis. *Universidad Nacional Agraria*: <https://repositorio.una.edu.ni/id/eprint/4393>
- Hernández, J. (2016). Caracterización de la calidad de agua en un sistema intensivo de cultivo de camarón blanco *Litopenaeus vannamei*, en condiciones de alta salinidad con recambio de agua limitado. Tesis de Grado. *Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.* <http://dspace.cibnor.mx:8080/handle/123456789/505>
- Hidalgo, Á., & Lucas, M. (2020). Diagnóstico del sector productivo camaronero en agua dulce del cantón Chone. Trabajo de Titulación. *Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López*. <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/1245>
- Jiménez, J., Carbajal, H., & Vite, H. (2021). Análisis del pronóstico de las exportaciones del camarón en el Ecuador a partir del año 2019. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 4(1), 55-61. <https://remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA/article/view/348/368>
- Joy, R. (2020). Comparative study on water quality index of lake vs. Adjoining tidal fed shrimp farms along vembnad lake, a Ramsar site, Kerala, India. *Plant Archives*, 20(2), 2172-2176. https://www.plantarchives.org/SPL%20ISSUE%2020-2/364__2172-2176_.pdf
- Limsuwan, C. (2005). Cultivo intensivo de camarón blanco. *Boletín NICOVITA, Edición octubre-diciembre*.
- Marcillo, F. (2010). Fertilización y encalado en piscinas camaroneras. Publicación. *Escuela Superior Politécnica del Litoral*. <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/8977>
- Martínez, M., Asiaín, A., Reta, J., Morales, V., Fernández, B., & Garduño, M. (2020). Uso de *Saccharomyces cerevisiae* para el control de calidad y cantidad de agua en el

- cultivo de camarón blanco. *Revista mexicana de ciencias agrícolas.*, 9(7)
Doi: <https://doi.org/10.29312/remexca.v9i7.1669>
- Mendoza, D., Castañeda, M., Lango, F., Galaviz, I., Montoya, J., Ponce, J., Esparza, H., & Arenas, V. (2017). The effect of biofloc technology (BFT) on water quality in white shrimp *Litopenaeus vannamei* culture: A review. *Revista Bio Ciencias*, 4(4), 15-19. Doi: <http://dx.doi.org/10.15741/revbio.04.04.01>
- Molinos Champion. (2019). *Alcalinidad y su importancia en la producción de camarón*. WAYNE. Molinos Champion. <https://www.molinoschampion.com/alcalinidad/>
- Moreno, E.(2010). Industria del camarón: su responsabilidad en la desaparición de los manglares y la contaminación acuática. REDVET. *Revista electrónica de Veterinaria*, 11(5), 1-20. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63613160006.pdf>
- Navarrete, J., Noles, P., Delgado, C., Hernández, N., & Guerrero, R. (2022). Biorremediación de efluentes del cultivo de camarón por medio de consorcios microbianos autóctonos y microalgas nativas en Manabí, Ecuador. *AquaTechnica: Revista Iberoamericana de Acuicultura.*, 4(1), 53-65. Doi: <https://doi.org/10.33936/at.v4i1.4635>
- Nunes, A. J. P., & Lopez, C. V. (2001). Low-salinity, inland shrimp culture in Brazil and Ecuador—economics, disease issues move farms away from coasts. *Global Aquaculture Advocate*, 4(3), 62-64
- Organización Mundial de la Salud. (2018). Ginebra. Guías para la calidad del agua de consumo humano. Cuarta Edición. *World Health Organization*. <https://www.who.int/es/publications/i/item/9789241549950>
- Orozco, D., Monroy, M., Bustos, J., Ocampo, J., Barajas, E., & Ramírez, J. (2022). Estatus bacteriológico y calidad del agua de cultivo en granjas acuícolas ornamentales de Morelos. *Revista Abanico Veterinario*, 12, e2020-79. Doi: <https://doi.org/10.21929/abavet2022.25>

- Pallé, C. (2018). El dióxido de carbono como forma sostenible de reducir el pH del agua. *Tecnoaqua*, (34), 84-88.
- Pérez, E. (2016). Control de calidad en aguas para consumo humano en la región occidental de Costa Rica. *Revista Tecnología en Marcha*, 29(3), 3-14. Doi: <http://dx.doi.org/10.18845/tm.v29i3.2884>
- Prapaiwong, N., & Boyd, C. (2012). Effects of major water quality variables on shrimp production in inland, low-salinity ponds in Alabama. *Journal of the World Aquaculture Society*, 43(3), 349-361. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2012.00572.x>
- Raju, P., Reddy, M., Raghuram, P., Suri, G., Rambabu, T., & Jeevan, J. (2014). Alkalinity and Hardness variation in ground waters of east Godavari district due to Aquaculture. *International Journal of Fisheries and aquatic studies*, 1(6), 121-127: ISSN: 2347-5129
- Rukhsana1, R., Rashid, S., Asma, F., Iqbal, O., Hussain, S., Ali, M., & Abbas, G. (2021). The Status of Water Quality in Various Fish and Shrimp Farms of Sindh Province, Pakistan: Abundance of Planktonic Biomass in Relation to Physicochemical Properties of Pond Water. Research Article. *Sarhad Journal of Agriculture*. Doi: <https://dx.doi.org/10.17582/journal.sja/2021/37.3.847.857>
- Saborío, A., Almanza, M., Sandoval, E., & Obregón., A. (2002). Calidad de agua en efluentes y afluentes de catorce granjas camaroneras. *Revista Encuentro*, (61), 7-20. Doi: <doi.org/10.5377/encuentro.v0i61.4154>
- Santana, J., Macías, R., Andrade, J., & Álvarez, V. (2022). Análisis comparativo de la producción camaronera en Ecuador en el periodo 2010-2020. *Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable*, 6(1), 1-9. Doi: <https://doi.org/10.25127/aps.20221.849>

- Saud, J. (2022). Calidad del agua en cultivo simbiótico de larvas de camarón. Tesis de Grado. *Pontificia Universidad Católica del Ecuador*.
<https://repositorio.pucese.edu.ec/handle/123456789/3128>
- Solórzano, L. (1984). Métodos de análisis químicos utilizados en el curso latinoamericano de post-grado: "instrumentación y análisis químicos de agentes contaminantes en el mar". *Boletín Científico y Técnico*, 7(1). <https://institutopesca.gob.ec/wp-content/uploads/2017/07/BCT.-VOL.-7-1.pdf>
- Soto, J. (2010). La dureza del agua como indicador básico de la presencia de incrustaciones en instalaciones domésticas sanitarias. *Ingeniería, investigación y tecnología*, 11(2), 167-177. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-77432010000200004&script=sci_abstract&tlng=pt
- Swain, S., Sawant, P., Chadha, N., Chhandaprajnadarsini, E., & Katare, M. (2020). Significance of water pH and hardness on fish biological processes: a review. *International Journal of Chemical Studies*, 8(4), 330-337. Doi: <https://doi.org/10.22271/chemi.2020.v8.i4e.9710>
- Valenzuela, W., Esparza, H., Nava, E., & Rodríguez, G. (2012). El cultivo de camarón en agua de baja salinidad con alimento a base de harina de lombriz. *Ra Ximhai*, 8(3), 131-6. Doi: <https://doi.org/10.35197/rx.08.03.e2.2012.12.wv>
- Van, P., Davis, M., Laramore, R., Main, K., Mountain, J., & Scarpa, J. (1999). Farming marine shrimp in recirculating freshwater systems. *Ft. Pierce, FL: Harbor Branch Oceanographic Institution.*, Vol. 7, pp. 125-140.
- Vega, F., Apolo, N., & Sotomayor, J. (2019). La productividad del sector camaronero en la Provincia de el Oro y su impacto al medio ambiente. *Revista científica Agroecosistemas*, 7(1), 39-44. Doi: <https://orcid.org/0000-0003-3827-4317>
- Vega, M. (2021). Efecto del CaCO₃ en las condiciones del sedimento de estanques para cultivo extensivo de camarón *Litopenaeus vannamei*. Trabajo de Titulación.

Universidad Técnica de Machala, p. 14.
<http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/16583>

- Velasquez P.C., Solorzano J., Ochoa P., Solano Galo., Quizhpe P., Guillen R. (2023). Caracterización de la calidad del agua durante el cultivo del camarón *Litopenaeus vannamei* con agua dulce en el Sur del Ecuador. 10(2):74-87. <https://doi.org/10.36610/j.jsaas.2023.100200074>
- Vera, C., Mendoza, J., & Marquez, A. (2020). Evaluación de parámetros físico-químicos de aguas de pozo para cultivo intensivo de camarón blanco del Pacífico *Penaeus vannamei* con baja tasa de recambio Proyecto Integrador. *Escuela Superior Politécnica del Litoral*. <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/51448>
- Wurts, W. (2002). Alkalinity and hardness in production ponds. *WORLD AQUACULTURE-BATON ROUGE-*, 33(1), 16-17. https://www.researchgate.net/profile/William-Wurts/publication/267245176_Alkalinity_and_Hardness_in_Production_Ponds/links/54b801a50cf269d8cbf66975/Alkalinity-and-Hardness-in-Production-Ponds.pdf