



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA FACULTAD

CIENCIAS DEL MAR

CARRERA DE BIOLOGÍA

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previo a la obtención del título de:

BIÓLOGA

Tema:

**IMPACTO DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LA TASA DE MORTALIDAD DE
LARVAS DE *Penaeus vannamei* EN EL LABORATORIO SANLAB-2024**

Autor:

VALDEZ CRUZ RENATA FIORELLA

Tutor:

BLGO. RICHARD DUQUE MARÍN

LIBERTAD – ECUADOR

2025

DECLARACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de Docente Tutor del Trabajo de Integración Curricular, **IMPACTO DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LA TASA DE MORTALIDAD DE LARVAS DE *Penaeus vannamei* EN EL LABORATORIO SANLAB - 2024**, elaborado por **RENATA FIORELLA VALDEZ CRUZ**, estudiantes de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Bióloga, me permito declarar que luego de haber dirigido su desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por la cual, apruebo en todas sus partes, encontrándose apto para la evaluación del docente especialista.

Atentamente



BLGO. RICHARD GONZALO DUQUE MARÍN, M.Sc.
DOCENTE TUTOR
C.I. 0915460240

DECLARACIÓN DEL DOCENTE DE ÁREA

En mi calidad de Docente Especialista, del Trabajo de Integración Curricular, **IMPACTO DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LA TASA DE MORTALIDAD DE LARVAS DE *Penaeus vannamei* EN EL LABORATORIO SANLAB - 2024**, elaborado por **RENATA FIORELLA VALDEZ CRUZ**, estudiante de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Biólogo, me permito declarar que luego de haber evaluado el desarrollo y estructura final del trabajo, éste cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por la cual, declaro que se encuentra apto para su sustentación.

Atentamente



BLGA. DADSANIA SORAYA RODRÍGUEZ MOREIRA, M.Sc.

DOCENTE DE ÁREA

C.I. 0913042008

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios por permitirme continuar con vida y avanzar en mi formación profesional. A mi querida madre Mariela, quien desde el cielo me cuida y protege, y a mi padre, mi constante apoyo y guía. A mis adoradas hijas, Isabella y Mariela, cuya energía y ocurrencias renuevan mi ánimo cada día. A mis tías, que desde el fallecimiento de mi madre me han acogido como una hija más. Y a mi abuela Laste, quien siempre nos guía hacia Dios.

A mi compañero de aventuras, quien ha compartido conmigo la alegría y el esfuerzo de este logro.

Finalmente, a los que han sido mi familia en la universidad, gracias por su apoyo y amistad durante estos años.

AGRADECIMIENTO

Reconozco y expreso mi gratitud a los representantes del Laboratorio SANLAB. S.A por brindarme la oportunidad de realizar mi trabajo de titulación previo a la obtención del título de Bióloga. Agradezco enormemente al personal por su desinteresada colaboración. Sus conocimientos han sido clave para mi desarrollo profesional, proporcionándome una experiencia laboral invaluable y fortaleciendo mis habilidades

A mi tutor de tesis Biólogo Richard Duque Marín, por su guía y apoyo constante durante todo el proceso de investigación, finalmente al alma mater peninsular que me acogió durante todos estos años como un segundo hogar.

DECLARACIÓN EXPRESA

Yo, **RENATA FIORELLA VALDEZ CRUZ**, me hago responsable por las ideas, datos, investigaciones y resultados que se presentan en esta tesis.

De igual manera, mediante la presente declaración cedo los derechos de autoría y propiedad intelectual de este trabajo de integración curricular a la **UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**, según lo establecido por la ley de propiedad intelectual, reglamento y normativa institucional vigente.



Renata Fiorella Valdez Cruz

C.I.: 2400073314

TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de Integración Curricular presentado por **RENATA FIORELLA VALDEZ CRUZ** como requisito parcial para la obtención del grado de Bióloga de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Trabajo de Integración Curricular **APROBADO** el: 9 de julio de 2025



ING. JIMMY VILLÓN MORENO, M.Sc.
**DIRECTOR DE CARRERA
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



BLGA. DADSANIA RODRÍGUEZ MOREIRA, M.Sc.
**PROFESOR DE ÁREA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



BLGO. RICHARD DUQUE MARÍN M.Sc.
**DOCENTE TUTOR
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



BLGO. RICHARD DUQUE MARÍN, M.Sc.
**DOCENTE GUÍA DE LA UIC II
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



LCDO. PASCUAL ROCA SILVESTRE, M.Sc.
SECRETARIO DEL TRIBUNAL

ÍNDICE

DECLARACIÓN DEL DOCENTE TUTOR	2
DECLARACIÓN DEL DOCENTE DE ÁREA.....	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
DECLARACIÓN EXPRESA	6
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	7
ÍNDICE DE FIGURAS	10
ÍNDICE DE TABLAS	11
RESUMEN.....	13
1. INTRODUCCIÓN	14
2. PROBLEMÁTICA	15
3. JUSTIFICACIÓN	16
4. OBJETIVOS	18
4.1. OBJETIVO GENERAL	18
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
5. HIPOTESIS	18
6. MARCO TEÓRICO	20
6.1.1. <i>Taxonomía y Nomenclatura</i>	20
6.1.2. <i>Características Morfológicas</i>	21
6.1.3. <i>Hábitat y Distribución Natural</i>	22
6.1.4. <i>Etapas larvales</i>	23
6.2. Calidad del Agua en la Larvicultura	27
6.2.1. <i>Importancia de la calidad del agua para el desarrollo y supervivencia larval</i>	27
6.2.2. <i>Supervivencia larval</i>	28
6.2.3. Desarrollo larval.....	28
6.3. Descripción de los parámetros del Water Quality Index (WQI-NSF)	29
6.4. Mortalidad larval en la Acuicultura	31
6.4.1. <i>Causas comunes de mortalidad larval</i>	31
7. METODOLOGÍA	33

7.1.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	33
7.1.1.	<i>Tipo de investigación</i>	33
7.1.2.	<i>Enfoque de la investigación</i>	33
7.1.3.	<i>Diseño de investigación</i>	34
7.2.	METODOLOGÍA PRÁCTICA	34
7.2.1.	<i>Área de estudio</i>	34
7.2.2.	<i>Recolección de Muestras</i>	36
7.2.3.	<i>Análisis de Laboratorio</i>	36
7.2.4.	<i>Análisis de datos</i>	39
	<i>Identificación de puntos críticos</i>	42
7.2.5.	<i>Establecimiento de Rangos óptimos (Robledo, 2023)</i>	43
8.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	44
9.	DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	91
9.2.	CONCLUSIONES	96
9.3.	RECOMENDACIONES	97
10.	BIBLIOGRAFÍA	99
11.	ANEXOS	103

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Laboratorio SanLab, dedicado a la producción de larvas. Ubicado en Mar Bravo – Salinas.....	24
Figura 2 Promedio ICA por estadio durante el mes de febrero	52
Figura 3 Promedio ICA por estadio durante el mes de abril	60
Figura 4 Promedio ICA por estadio durante el mes de marzo.....	68
Figura 5 Laboratorio de microbiología, instalaciones SanLab BSo base 1	88
Figura 6 Equipos de esterilización como autoclave, muffla y camara de flujo laminar.....	88
Figura 7 Equipo para medición de Oxígeno disuelto en cuerpos de agua, Oxímetro marca YSI 1200.....	88
Figura 8 Distribución de las muestras para su posterior análisis de nitratos y fosfatos	88
Figura 9 Medición del parámetro turbidez, mediante el uso del disco Secchi.....	89
Figura 10 Tanques de producción, muestras representativas del estudio	89
Figura 11 Disco secchi, herramienta de medición de turbidez	89
Figura 12 Preparación de Agar MacConkey para la cuantificación de coliformes fecales.....	89
Figura 13 Muestras para medir nitratos y fosfatos mediante fotometría	89
Figura 14 Muestras de tanques de producción.	89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Parámetros de ICA bajo normativa NFS.....	28
Tabla 2 Rangos orientativos de la normativa NSF para el cálculo del qi para ICA- NFS.....	29
Tabla 3 Datos adquiridos durante la corrida del mes de febrero de 10 tanques elegidos al azar	33
Tabla 4 Datos adquiridos durante la corrida del mes de marzo de 10 tanques elegidos al azar	37
Tabla 5 Datos adquiridos durante la corrida del mes de abril de 10 tanques elegidos al azar	41
Tabla 6 Valores de subíndices y peso de cada parámetro para el ICA- NFS, correspondientes al mes de febrero	45
Tabla 7 Tabla de índices de correlación, mes de febrero.....	50
Tabla 8 Promedio de ICA de acuerdo con cada etapa de desarrollo y tasa de supervivencia del mes de febrero	51
Tabla 9 Índice de correlación ICA / Tasa de supervivencia, correspondiente al mes de febrero.....	52
Tabla 10 Valores de subíndices y peso de cada parámetro para el ICA- NFS, correspondientes al mes de marzo.....	53
Tabla 11 Tabla de índices de correlación, mes de marzo.	58

Tabla 12 Promedio de ICA de acuerdo con cada etapa de desarrollo y tasa de supervivencia del mes de febrero	59
Tabla 13 Índice de correlación ICA / Tasa de supervivencia, correspondiente al mes de marzo.....	60
Tabla 14 Valores de subíndices y peso de cada parámetro para el ICA- NFS, correspondientes al mes de abril.....	61
Tabla 15 Tabla de índices de correlación, mes de abril	66
Tabla 16 Promedio de ICA de acuerdo con cada etapa de desarrollo y tasa de supervivencia del mes de febrero	67
Tabla 17 Índice de correlación ICA / Tasa de supervivencia, correspondiente al mes de marzo.....	68
Tabla 18 Tabla de valores de rangos óptimos para Turbidez.....	70
Tabla 19 Tabla de valores de rangos óptimos para Temperatura.....	70
Tabla 20 Tabla de valores de rangos óptimos para Oxígeno Disuelto.....	71
Tabla 21 Tabla de valores de rangos óptimos para pH.....	71
Tabla 22 Tabla de valores de rangos óptimos para Sólidos Suspendidos Totales.	73
Tabla 23 Tabla de valores de rangos óptimos para Fosfatos	73
Tabla 24 Tabla de valores de rangos óptimos para Nitratos	74
Tabla 25 Tabla de valores de rangos óptimos para Demanda Bioquímica de O ...	74
Tabla 24 Tabla de valores de rangos óptimos para Coliformes Fecales	75

RESUMEN

La investigación hace referencia a la calidad de agua utilizada durante los periodos de siembra en los laboratorios Sanlab, cuyo principal objetivo es el análisis de la calidad de agua que influye en el desarrollo y supervivencia de las larvas dentro del cultivo semi-intensivo. El trabajo se justifica en los limitantes que interponen la rentabilidad y sostenibilidad de la acuicultura en el país, siendo importante la comprensión de los parámetros que afectan las condiciones del cultivo.

La metodología aplicada es de tipo correlacional y de diseño longitudinal, lo que permite el monitoreo de las variables como temperatura, pH, oxígeno disuelto, nitritos y fosfatos durante las diferentes etapas de desarrollo de las larvas de *Penaesus vannamei*. El muestreo en los tanques de producción se realizó de manera periódica con la utilización de técnicas físico – químicas y microbiológicas, además de usar el índice de Calidad de Agua bajo las normativas NFS con parámetros de correlación para la identificación de situaciones críticas.

Los resultados de la investigación indican que existen parámetros que poseen mayor influencia en la calidad del agua como es el caso del pH, el oxígeno disuelto y los nitritos y nitratos. Los análisis estadísticos revelan las correlaciones fuertes entre estos parámetros y tasa de mortalidad de la especie, sugiriendo rangos óptimos para la mejora de la supervivencia. Finalmente, se pudo definir que al ajustar los niveles de los parámetros es posible aumentar la sustentabilidad de la producción acuícola.

Palabras claves: Camarón Blanco, Calidad de agua, Acuicultura, Normas NSF

ABSTRACT

The research refers to the quality of water used during the sowing periods in the Sanlab laboratories, whose main objective is the analysis of the water quality that influences the development and survival of the larvae within the semi-intensive culture. The work is justified in the limitations that interfere with the profitability and sustainability of aquaculture in the country, being important the understanding of the parameters that affect the cultivation conditions.

The methodology applied is correlational and longitudinal in design, which allows the monitoring of variables such as temperature, pH, dissolved oxygen, nitrites and phosphates during the different stages of development of the *Penaesus vannamei* larvae. Sampling in the production tanks was carried out periodically with the use of physical, chemical and microbiological techniques, in addition to using the Water Quality index under the NFS regulations with correlation parameters for the identification of critical situations.

The results of the research indicate that there are parameters that have a greater influence on water quality, such as pH, dissolved oxygen, and nitrites and nitrates. Statistical analyzes reveal strong correlations between these parameters and the species' mortality rate, suggesting optimal ranges for improving survival. Finally, it was possible to define that by adjusting the levels of the parameters it is possible to increase the sustainability of aquaculture production.

Keywords: White Shrimp, Water quality, Aquaculture, NSF Standards

1. INTRODUCCIÓN

La acuicultura del camarón blanco del Pacífico, *Penaeus vannamei*, ha experimentado un crecimiento exponencial en las últimas décadas, convirtiéndose en una actividad económica de gran relevancia a nivel mundial. Sin embargo, esta industria enfrenta desafíos significativos relacionados con la alta mortalidad larval, que impacta directamente en la rentabilidad de los cultivos (Calvo, 2023). Numerosos factores pueden influir en la supervivencia de las larvas, entre los que destaca la calidad del agua. Las fluctuaciones en los parámetros fisicoquímicos del agua, como la temperatura, salinidad, pH, oxígeno disuelto y concentraciones de amonio y nitrito, pueden generar estrés fisiológico en las larvas, afectando su capacidad osmorreguladora, respiratoria y excretora, favoreciendo el desarrollo de patógenos (Herrera et al., 2023).

El presente estudio tiene como objetivo general evaluar las fluctuaciones del Índice de Calidad de Agua (ICA) y la tasa de mortalidad de larvas de *P. vannamei* en un sistema de cultivo semiintensivo. A través del análisis de los coeficientes de correlación, se buscará identificar los parámetros del ICA que se asocian significativamente con eventos de mortalidad. De manera específica, se plantean los siguientes objetivos: Determinar la incidencia de las fluctuaciones de los diferentes parámetros del ICA en las diferentes etapas del ciclo de cultivo, identificando aquellos que presentan mayor variabilidad; Correlacionar los valores de los parámetros más variables con la tasa de mortalidad acumulada de las larvas,

con el fin de establecer relaciones causa-efecto; y Definir rangos de los parámetros del ICA asociados con una menor tasa de mortalidad, con el fin de proponer recomendaciones para optimizar las condiciones de cultivo y reducir las pérdidas económicas asociadas a la mortalidad larval (Campa et al., 2020).

Los resultados de esta investigación permitirán comprender la influencia de la calidad del agua en la mortalidad de las larvas de *P. vannamei* y contribuirán al desarrollo de estrategias de manejo más eficientes y sostenibles para la producción camaronera. Al identificar los parámetros críticos del ICA y establecer los rangos óptimos para cada uno de ellos, se podrá diseñar protocolos de monitoreo y control de la calidad del agua más precisos, lo que permitirá tomar decisiones oportunas para prevenir eventos de mortalidad masiva y garantizar la producción de postlarvas de alta calidad (López et al., 2023).

2. PROBLEMÁTICA

La mortalidad larval, es un factor crítico que limita el desarrollo en la producción acuícola de *Penaeus vannamei*, generando pérdidas económicas significativas para el sector. Si bien se han realizado numerosos estudios sobre los factores que influyen en la supervivencia de las larvas, aún persisten incertidumbres respecto al papel específico de la calidad del agua y su relación con la tasa de mortalidad (Gil et al., 2020).

Representa una limitante significativa para la sostenibilidad y rentabilidad de la acuicultura camaronera la alta mortalidad larval. A pesar de los avances en las técnicas de cultivo, las tasas de mortalidad siguen siendo elevadas, generando pérdidas económicas considerables para el sector. Si bien se ha reconocido la importancia de la calidad del agua en la supervivencia de las larvas, aún existe poco conocimiento sobre cómo las fluctuaciones en los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del Índice de Calidad del Agua (ICA) influyen directamente en la tasa de mortalidad (Gámez et al., 2021).

Los diversos componentes del agua, evaluados por el ICA engloban una serie de parámetros fisicoquímicos y biológicos que pueden afectar directamente la fisiología y el bienestar de las larvas. Fluctuaciones en estos factores pueden desencadenar respuestas de estrés, comprometer el sistema inmunológico y favorecer el desarrollo de patógenos oportunistas. Sin embargo, la mayoría de los estudios se han centrado en evaluar el impacto del ICA de manera integral, y pocos han analizado el efecto de los parámetros individuales. Al identificar los parámetros del ICA que se asocian significativamente con eventos de mortalidad, se podrán establecer rangos para cada uno de ellos, lo que permitirá desarrollar protocolos de manejo más eficientes y sostenibles (García et al., 2022).

3. JUSTIFICACIÓN

La identificación de parámetros críticos del ICA permitirá desarrollar herramientas de gestión proactivas para prevenir eventos de mortalidad, optimizando el uso de

recursos y minimizando el impacto ambiental. Las fluctuaciones en los parámetros del ICA pueden tener un impacto directo en la supervivencia de las larvas de camarón, lo que a su vez afecta la productividad y rentabilidad de las granjas camaroneras. Al combinar la evaluación de la calidad del agua con el análisis de la tasa de mortalidad larval, mediante un enfoque multidisciplinario que integra aspectos físicos, químicos y biológicos, se establecerán relaciones cuantitativas entre las variables del ICA y la mortalidad larval en sistemas de cultivo semi-intensivo, comúnmente empleados a nivel mundial, lo que ayudara a comprender las causas de estos eventos de mortalidad y contribuirá al desarrollo de estrategias de manejo y prevención efectivas (Hernández et al., 2022).

Este trabajo, al explorar nuevas estrategias para mejorar la calidad del agua y reducir la mortalidad larval, busca contribuir al desarrollo de una acuicultura más eficiente y sostenible, alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, específicamente en el ODS 14: Vida bajo el agua (Acuña et al., 2022). Al contribuir a mejorar la gestión de los recursos acuáticos y a promover prácticas de acuicultura sostenibles, esta investigación contribuye a la conservación de los ecosistemas marinos y a la seguridad alimentaria. Además, los resultados obtenidos podrán ser utilizados para desarrollar estrategias de manejo que minimicen el uso de productos químicos y reduzcan el impacto ambiental de la acuicultura. En un contexto global marcado por la creciente demanda de alimentos y la degradación de los ecosistemas marinos, la acuicultura sostenible se presenta como una alternativa prometedora.

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

Analizar las fluctuaciones del Índice de Calidad de Agua, mediante la interpretación de parámetros físicos, químicos y microbiológicos, estableciendo la tasa de mortalidad de larvas de *Penaeus vannamei*

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la incidencia de las fluctuaciones del índice de calidad del agua (ICA) tomando los parámetros en las diferentes etapas del ciclo de cultivo.
- Interpretar los parámetros del ICA que presentan mayor variabilidad con la tasa de mortalidad mediante el uso de índices de correlación.
- Establecer rangos de los parámetros del índice de calidad de agua obteniendo la mayor tasa de supervivencia.

5. HIPOTESIS

H0: El análisis de las fluctuaciones del índice de calidad de agua permite establecer rangos para la disminución de la tasa de mortalidad de las larvas de *Penaeus Vannamei*.

H1: El análisis de las fluctuaciones del índice de calidad de agua no permite establecer rangos para la disminución de la tasa de mortalidad de las larvas de *Penaeus Vannamei*.

6. MARCO TEÓRICO

6.1. BIOLOGÍA Y CICLO DE VIDA DE *PENAEUS VANNAMEI*

6.1.1. Taxonomía y Nomenclatura

Ubicación Taxonómica.

- Animales Reino Animalia
 - Insectos, Arácnidos Y Crustáceos Filo Arthropoda
 - Camarones, Cangrejos Y Parientes subfilo Crustacea
 - Crustáceos Comunes Superclase Multicrustacea
 - Cangrejos, Langostas, Camarones Y
Cochinillas Clase Malacostraca
 - Subclase Eumalacostraca
 - Cangrejos, Langostinos, Camarones Y
parientes Superorden Eucarida

- Cangrejos, Langostas Y Camarones orden Decapoda
- Camarones Y Langostinos Suborden Dendrobranchiata
- Superfamilia Penaeoidea
 - Familia Penaeidae
 - Camarones género *Penaeus*
 - Langostino Blanco *Penaeus vannamei*

6.1.2. Características Morfológicas

La especie *Penaeus vannamei* presenta una morfología típica de los camarones, la cual se caracteriza por tener un cuerpo alargado y que se encuentra comprimido de manera lateral, además de estar cubierto por un exoesqueleto quitinoso que muda periódicamente permitiendo el crecimiento del individuo. Una de las características más distintivas es la presencia de un rostro que se encuentra bien desarrollado que posee dientes dorsales y ventrales la cual se utiliza para ubicarlo en la escala taxonómica. Además, esta especie tiene diez pares de apéndices torácicos, donde los primeros tres utiliza para alimentarse, los siguientes cinco pares los utiliza para la natación, y los dos primeros pares presentan pinzas (quelas). La coloración de estos individuos puede presentar varios tonos, entre los que destacan, translúcidos,

manchados y con bandas de colores negros o azules. Por esta razón se lo conoce como el camarón lanco (Solorzano & Velásquez, 2021).

6.1.3. Hábitat y Distribución Natural.

El camarón blanco del pacífico es originario de la costa del mar pacífico oriental en el continente americano. Esta especie se encuentra distribuida desde Sonora, México hasta la región de Tumbes, Norte de Perú. La amplia distribución de la especie en las costas tropicales y subtropicales han logrado que tenga una importancia relevante en el sector acuicultor de estas regiones y su posterior dispersión en otros sectores incluyendo en lugares donde se debe implementar una infraestructura para crear un ambiente óptimo de desarrollo (Ibarra et al., 2023).

Dentro del ciclo natural de vida de esta especie, presenta preferencias variadas de acuerdo con la etapa de desarrollo en la que se encuentre. Los adultos suelen preferir los ambientes marinos tropicales y subtropicales que posean características de fondos arenosos y con mucho fango con profundidades superficiales de hasta 70 metros. Las postlarvas y juveniles muestran una preferencia por sistemas de cuerpos de agua como los esteros, donde la salinidad del agua se ve reducida debido al agua dulce con la que se mezcla, pues les ofrece un ambiente con temperaturas más cálidas y un mayor índice de fuentes de alimentos, además de ofrecer un sistema de protección dentro de los manglares, que generalmente crecen en estos ambientes. A medida que crecen estos individuos buscan migrar hacia aguas más salinas y

profundas para complementar su ciclo reproductivo dentro del océano (Casado et al., 2023).

6.1.4. Etapas larvales

Los primeros estadios larvales de *Penaeus vannamei* tienden a ser planctónicos, sin embargo, luego de varias modificaciones morfológicas estos pasarán a su etapa juvenil de vida bentónica. Consta de 3 etapas principales: Nauplio, Zoea, Mysis y Post larva cada una de ellas cuenta con sub-etapas.

Nauplio:

Se la considera como la primera etapa de la larva, siendo esta una larva de menor tamaño con forma ovoide y de vida libre. Depende netamente de las reservas lipídicas del huevo lo que conlleva a una alimentación pasiva.

Tabla 1.

Características morfológicas de la etapa Nauplio.

Características principales	Descripción
Forma:	Ovoide, sin mayor complejidad.
Apéndices:	Presenta 6 apéndices cefálicos usados para desplazarse en el agua: 2 Anténulas, 2 Antenas, 2 Mandíbulas.
Ojos:	Un ojo simple.
Alimentación:	Va a depender únicamente de la reserva del vitelo de cada individuo.
Sub-etapas:	Se evidencian cinco sub-etapas que van desde N1 hasta N5

Zoea:

Luego de una serie de mudas, pasa de ser nauplio a zoea. Considerada una etapa planctónica, comienza a desarrollar apéndices en el tórax y en el abdomen, presenta espinas en el dorso y en el rostrum. En esta etapa la larva se alimenta de manera activa.

Tabla 2.

Características morfológicas de la etapa Zoea.

Características principales	Descripción
Forma:	Pierde la forma ovoide y comienza a alargarse.
Apéndices:	Los apéndices torácicos conocidos como maxilípedos serán utilizados para el desplazamiento y alimentación, apéndices abdominales llamados pleópodos. Presenta urópodos.
Ojos:	Un par de ojos pedunculados compuestos.
Alimentación:	Se alimenta de fitoplancton.
Sub-etapas:	Presenta tres sub-etapas: Zoea 1, Zoea 2. Zoea 3

Mysis:

En este estadio larvario el organismo presenta más desarrollados los apéndices torácicos, así como también los abdominales. A pesar de tener un estilo de vida planctónico está comienza a desplazarse más en la columna de agua.

Tabla 3.

Características morfológicas de la etapa Mysis.

Características principales	Descripción
Forma:	Comienza a tomar forma de camarón adulto
Apéndices:	Presenta pereiópodos, maxilípedos, pleópodos, urópodos y telson.
Ojos:	Dos ojos compuestos bastante desarrollados
Alimentación:	Su alimentación se basa en fitoplancton, zooplancton y detritus.
Sub-etapas:	Presenta tres sub-etapas: Mysis 1, Mysis 2, Mysis 3

Post larva:

Considera como la última etapa larval, ya que el organismo experimenta una transformación que lo lleva a ser un organismo juvenil de vida bentónica. Sufre diversos cambios que lo llevan a caminar y nadar en el fondo de sustratos blandos.

Tabla 4.

Características morfológicas de la etapa Post-larva.

Características principales	Descripción
Forma:	Comienza a tomar forma de camarón adulto en miniatura
Apéndices:	Presenta cinco pares de pereiópodos que los ayudaran a caminar, y los pleópodos los utiliza para la natación
Alimentación:	Se alimenta de pequeños invertebrados, algas y detritus que encuentra en el sustrato
Sub-etapas:	En cuanto a la sub-etapas se enumeran de acuerdo a los días que han pasado después de mysis, es decir, PL1, PL2, PL3.....

6.2. Calidad del Agua en la Larvicultura

6.2.1. Importancia de la calidad del agua para el desarrollo y supervivencia larval.

La calidad de agua en la producción de larvas va a determinar el porcentaje de supervivencia del organismo, ya que en este medio realizan sus procesos fisiológicos cruciales para el desarrollo. Si se presenta una variación de los rangos

óptimos de los parámetros, esto desencadenara estrés en el individuo, alterando procesos biológicos importantes teniendo como resultado elevadas tasas de mortalidad.

6.2.2. Supervivencia larval

Para la supervivencia larval se toma en cuenta diferentes factores tales como: estrés fisiológico donde las fluctuaciones de pH, Oxígeno disuelto, Temperatura afectan directamente al organismo ya que necesitan un mayor gasto de energía para mantener la homeostasis, misma energía que podría haber sido utilizada para su muda y posterior crecimiento. Mientras más tiempo la larva se encuentra estresada mayor susceptibles se encuentra, es aquí donde los patógenos oportunistas aprovechan para colonizar el individuo. Por otro lado, la toxicidad directa que se presenta cuando el nivel de amoníaco se eleva, afecta de forma directa a los tejidos y órganos entorpeciendo la respiración, osmorregulación y demás procesos vitales. Como ya se ha mencionado antes, un tanque con mala calidad de agua afectara y debilitara el sistema inmunológico del camarón, además de ser un medio idóneo para la proliferación de agentes patógenos.

6.2.3. Desarrollo larval

Los parámetros juegan un papel importante para mantener una tasa metabólica idónea que induzca el paso de un estadio a otro. Mantener condiciones no adecuadas entorpecen el crecimiento manteniendo en un solo estadio convirtiéndola en una larva no viable lo que conlleva a su descarte. El correcto equilibrio entre la calidad

del agua, desinfección adecuada y una alimentación eficiente evitara que estos factores influyan en el apetito y la alimentación asimilando de manera correcta los nutrientes, con buenas reservas energética la transición de un estadio a otro no presentara mayor problema.

6.3. Descripción de los parámetros del Water Quality Index (WQI-NSF)

El WQI-NSF es calculado con el uso de nueve parámetros importantes para analizar la calidad del agua, a lo que se les asigna un peso relativo que va de la mano con la importancia de este para la calidad del agua de manera generalizada.

Tabla 5.
Descripción de parámetros para Calidad de Agua

Parámetros	Descripción
Temperatura	Fuera de los rangos permitidos influye directamente en reacciones químicas, el metabolismo permitirá que gases tóxicos sean más solubles en el agua.
Sólidos Totales	Número total de materia orgánica sólida (algas, alimento, fitoplancton, zooplancton) suspendida en la columna de agua, afecta la claridad del tanque.
Turbidez	Se mide por la transparencia del agua, mayor presencia de partículas mayor turbidez presentara.
pH	Medida que da a conocer la acidez o alcalinidad del medio.
Oxígeno disuelto	Cantidad de oxígeno gaseoso que se encuentra disuelto en el agua, importante para la respiración de la larva.
DBO5	Cantidad medida del oxígeno consumido al descomponer la materia orgánica tomado durante cinco días.
Nitrato Total	Elevados niveles de nitrato conllevan a la eutrofización del cuerpo de agua
Fosfato total	Elevados niveles de fosfato conllevan a la eutrofización del cuerpo de agua
Coliformes fecales	Bioindicador de contaminación por la presencia de bacterias entéricas, ya sea de origen humano o animal.

6.4. Mortalidad larval en la Acuicultura

6.4.1. Causas comunes de mortalidad larval

La mortalidad larval se ve afectado por diferentes componentes complejos, tales como: Factores ambientales, fisiológicos, biológicos, genéticos y manejo humano. Entender las distintas causas es importante y desarrollar destrezas hábiles para mitigar cualquiera falla común.

Niveles bajos de Oxígeno Disuelto (OD). – Mantener una alta densidad de siembra, el intercambio gaseoso de las algas durante la noche, la degradación de la materia orgánica y elevaciones en la temperatura (que afectan la solubilidad del oxígeno) llevan a la disminución del OD, reduciendo la tasa de crecimiento, decrece la ingesta de alimento, de esta manera aumenta la susceptibilidad a enfermedades.

Acumulación de nitratos. – Al ser un producto intermedio en todo el proceso de nitrificación (transformación de NH_3 en NO_3 con la ayuda de bacterias nitrificantes). El nitrito ocasiona un transporte inadecuado de oxígeno en la hemolinfa de las larvas, lo que causa dificultad para respirar, letargo y posterior una muerte masiva.

pH Fuera del rango óptimo. - El pH puede verse afectado por actividades biológicas como la fotosíntesis de algas, la respiración y cúmulos de desechos, lo que ocasiona un cambio en la fisiología de las larvas, la disponibilidad y toxicidad de otros compuestos (amoníaco), niveles elevados de amonio junto con un pH arriba

de 8 puede causar estrés, daño a las branquias y mortalidad.

Problemas en relación con la Turbidez y Sólidos Suspendidos Totales (SST). –

La eutrofización de algas o también conocido como blooms, la presencia de materia organica, partículas orgánicas e inorgánicas o la resuspensión de sedimentos en los tanques aumentan la turbidez y SST, afectando el ingreso de la luz, afectando el intercambio gaseoso de las larvas y algas, también obstruyen branquias, sulfuran tejidos y crea el medio idóneo para la proliferación de bacterias.

7. METODOLOGÍA

7.1. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

7.1.1. Tipo de investigación

La investigación llevada a cabo es de tipo correlacional, debido a que el objetivo principal es evaluar la relación entre dos variables: el Índice de Calidad de Agua (ICA) y la tasa de mortalidad de larvas de *Penaeus vannamei*. Se busca establecer si existe una asociación o relación estadística entre estas dos variables, y en qué medida. Al analizar los parámetros del ICA y la mortalidad, se identificarán patrones y tendencias que puedan explicar estos eventos (Arias & Gallardo, 2021).

7.1.2. Enfoque de la investigación

El enfoque cuantitativo es el más adecuado para este tipo de investigación debido a que se busca medir variables numéricas (parámetros del ICA, tasa de mortalidad) y establecer relaciones estadísticas entre ellas. A través de estas, se podrán analizar los datos y cuantificar la fuerza y dirección de la relación entre las variables (Romero et al., 2024).

7.1.3. Diseño de investigación

Un diseño longitudinal (Fundamentación en hipótesis de diferencia de grupos, correlacionales y causales) permite analizar los cambios en las variables a lo largo del tiempo, en este caso, durante todas las etapas del ciclo de cultivo. Al monitorear los parámetros del ICA y la tasa de mortalidad a intervalos regulares, se puede identificar la dinámica de la relación entre ambas variables y cómo evoluciona a lo largo del tiempo. Esto es fundamental para comprender las causas de los eventos de mortalidad y establecer relaciones de causa-efecto (Fernández & Bardales, 2024).

7.2. METODOLOGÍA PRÁCTICA

7.2.1. Área de estudio

El estudio se realizó en el laboratorio de larvas de camarón SANLAB S.A. En la provincia de Santa Elena cantón Salinas, Mar bravo cuyas coordenadas son 2.2384299030253216, - 80.95697135355512.

Figura 1

Laboratorio SanLab, dedicado a la producción de larvas. Ubicado en Mar Bravo – Salinas.



El laboratorio cuenta con departamentos encargados de llevar a cabo las siguientes funciones:

- **Larvicultura:** Los nauplios son sembrados por códigos en tanques cuyas aguas han sido analizadas desde el día anterior a su siembra, mantienen estrictos controles y protocolos de alimentación, supervisión y análisis hasta que la producción es entregada a los clientes en Postlarva 9.
- **Laboratorio de microbiología:** Diariamente se encarga de realizar análisis de la calidad de agua y de las larvas, además de la preparación de medios de cultivo lo que va de la mano con el conteo de Unidades Formadoras de Colonias.

7.2.2. Recolección de Muestras

Para un monitoreo exhaustivo de la calidad del agua, se llevarán a cabo muestreos periódicos, pasando un día. Estos muestreos permitirán evaluar las fluctuaciones en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos clave. Se medirán variables físicas como temperatura y turbidez. Asimismo, se cuantificarán parámetros químicos como nitratos, fosfatos, oxígeno disuelto, pH, sólidos totales suspendidos y demanda bioquímica de oxígeno. Finalmente, se determinarán los niveles de coliformes fecales como indicador de contaminación microbiológica.

7.2.3. Análisis de Laboratorio

La recepción de muestras en un laboratorio es un proceso riguroso que inicia con la verificación minuciosa de los datos de identificación de cada muestra, comparándolos con la información proporcionada en la guía de envío. A continuación, se realiza una inspección visual exhaustiva de los contenedores para descartar cualquier daño, fuga o contaminación externa que pudiera afectar la integridad de los análisis. Toda esta información, junto con la fecha y hora exactas de recepción, se registra de manera detallada en un libro, asegurando así la trazabilidad y cumpliendo con los estándares de calidad establecidos.

La determinación precisa de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua es fundamental para comprender las condiciones de cultivo y su impacto en la supervivencia de las larvas de camarón. A continuación, se detallan los métodos

analíticos más comúnmente utilizados para cada grupo de parámetros (Yacila et al., 2024):

Parámetros Físicos (Valverde, 2021):

- Temperatura: Se mide directamente con un termómetro, preferiblemente uno digital con alta precisión.
- Turbidez: La presencia de turbidez en los estanques limita la habilidad de los organismos para capturar el alimento, por lo que terminará en el fondo del estanque y esto provoca la pérdida de oxígeno disuelto. La turbidez es medida con el disco Secchi.

Parámetros Químicos (Castro & Ordinola, 2021):

- Nitrito, nitrato, fosfato: Estos nutrientes se cuantifican comúnmente mediante Fotometría. Las muestras se someten a reacciones colorimétricas específicas para cada nutriente, y la intensidad del color producido se mide a una longitud de onda determinada.
- Sólidos suspendidos totales: Se determinan por gravimetría. Una alícuota de la muestra se filtra a través de un filtro de fibra de vidrio previamente pesado. El filtro se seca y se pesa nuevamente. La diferencia entre ambos pesos corresponde a la masa de sólidos suspendidos.
- Demanda bioquímica de oxígeno: Para realizar una determinación de DBO se toma una muestra de agua y se la incuba por un periodo de 5 días,

monitoreando la concentración de oxígeno disuelto cada 12 horas. Si la concentración de DBO es muy alta, la muestra debe ser diluida para asegurar que no se agote completamente el nivel inicial de oxígeno presente en la muestra de aguas. Hay varios requisitos para el agua de dilución de la muestra. Por ejemplo, no se debe emplear agua destilada porque los microorganismos requieren ciertas sales para tener un metabolismo correcto.

- pH: Se determina utilizando un potenciómetro, el cual mide la actividad de los iones hidrógeno en la solución.
- Oxígeno disuelto: Se puede medir por el método de Winkler, una titulación volumétrica clásica, o utilizando un electrodo de oxígeno, que proporciona una medición más rápida y directa.

Parámetros Microbiológicos (Correa et al., 2023):

- Coliformes fecales: Se utilizan métodos basados en la capacidad de estos microorganismos de fermentar la lactosa con producción de gas. La técnica de cultivo en placa permite obtener un recuento directo de las unidades formadoras de colonias, sembrando en Agar MacConkey el cual es un medio de cultivo selectivo diseñado para aislar bacterias entéricas y Gram negativos.

7.2.4. Análisis de datos

- Cálculo del ICA: Utilizar una fórmula de ICA adaptada al sistema de cultivo y a los parámetros monitoreados, según la norma NFS (Robledo, 2023).

Tabla 6

Parámetros de ICA bajo normativa NFS.

PARÁMETRO	SÍMBOLO	UNIDAD	(WI)
Oxígeno Disuelto	OD	Mg/L	0.17
Demanda Bioquímica De Oxígeno (5 Días)	DBO5	Mg/L	0.1
PH	pH	-	0.12
Sólidos Suspendidos Totales	SST	Mg/L	0.08
Coliformes Fecales	CF	NMP/100ml	0.15
Nitratos	NO3-	Mg/L	0.1
Fosfatos	PO43-	Mg/L	0.1
Temperatura	T	°C	0.1
Turbidez	Turb	NTU	0.08

Para realizar el cálculo de la calidad del agua según la normativa NSF y considerando las variables mencionadas en la tabla anterior se utiliza la siguiente formula:

$$ICA_{NSF} = \sum_{i=1}^9 q_i * w_i$$

ICA= Índice de Calidad del Agua.

q_i = es el subíndice o valor de calidad para cada parámetro individual del agua (como pH, oxígeno disuelto, turbidez, etc.). Este valor se calcula a partir de tablas o gráficos de estandarización que convierten las mediciones reales de un parámetro en una escala de calidad común (generalmente de 0 a 100).i.

$w_i(1)$ = es el peso relativo o peso de importancia de cada parámetro. Este valor se asigna para reflejar la importancia de cada variable en la calidad del agua general.

La suma de todos los pesos (w_i) debe ser igual a 1 o 100%, dependiendo de la escala

La normativa **NSF** (National Sanitation Foundation) utiliza un método similar para evaluar la calidad del agua potable.

En resumen, la fórmula funciona así:

1. **Mides** los parámetros del agua (ej. oxígeno disuelto en mg/L).
2. **Conviertes** cada medición en un subíndice (q_i) usando una tabla de calidad.
3. **Multiplas** cada subíndice (q_i) por su peso relativo (w_i).
4. **Sumas** todos los resultados para obtener el ICA final.

Tabla 7

Rangos orientativos de la normativa NSF para el cálculo del qi para ICA-NFS

Parámetro	Unidad	Rango General	Observaciones
Oxígeno disuelto (OD)	mg/L	5 - 10	Esencial para la vida acuática. Valores bajos indican condiciones anaeróbicas.
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)	mg/L	0-5	Valores altos indican alta carga orgánica.
Coliformes totales	NMP/100 mL	0-20	Valores altos indican contaminación fecal.
pH	unidades de pH	6.5 - 8.5	Rango óptimo para la mayoría de los organismos acuáticos.
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	0-30	Valores altos indican turbidez y pueden afectar la penetración de la luz.
Temperatura	°C	Varía según la región y el cuerpo de agua	Influye en la solubilidad del oxígeno y en los procesos biológicos.
Nitratos	mg/L	0-10	Excesos pueden causar eutrofización.
Fosfatos	mg/L	0-1	Excesos pueden causar eutrofización.
Turbidez	Unidades NTU	0-5	Valores altos reducen la penetración de la luz y afectan la vida acuática.

$$qi = \frac{\text{valor obtenido} - \text{valor mínimo}}{\text{valor máximo} - \text{valor mínimo}}$$

Análisis descriptivo (Proaño et al., 2022):

- Calcular las medias, desviaciones estándar y rangos de cada parámetro del ICA.
- Representar gráficamente las fluctuaciones de los parámetros a lo largo del tiempo.

Análisis de correlación (Proaño et al., 2022):

- **Pearson:** Calcular el coeficiente de correlación de Pearson entre cada parámetro del ICA y la tasa de mortalidad acumulada al tener datos agrupados.
- **Análisis de regresión:** Realizar análisis de regresión lineal o no lineal para determinar la fuerza y dirección de la relación entre los parámetros y la mortalidad.

Identificación de puntos críticos:

- Identificar los momentos en el tiempo en los que se produjeron picos de mortalidad y analizar los valores de los parámetros del ICA en esos momentos.
- Utilizar gráficos de dispersión para visualizar la relación entre cada parámetro y la mortalidad.

7.2.5. Establecimiento de Rangos óptimos (Robledo, 2023):

- **Establecer rangos:** Basándose en los resultados de los análisis anteriores, establecer rangos para cada parámetro del ICA asociados con una menor tasa de mortalidad.

8. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Terminada la etapa de recolección se procede a realizar el análisis de los datos recopilados durante el periodo de siembra y cosecha del laboratorio, a continuación, se presentan los datos del mes de febrero, marzo y abril.

La tabla 8 presenta los datos obtenidos durante la corrida del mes de febrero, tomando información de los 9 parámetros para el cálculo de la calidad de agua bajo las normas de la fundación Nacional de Saneamiento (ICA-NFS). Se han realizado la lectura de los parámetros de los tanques 4, 11 21, 26, 34, 43, 47, 55, 60, y 66 como una muestra representativa de todo el módulo, es importante mencionar que las muestras han sido tomadas pasando un día por temas de la escasez de reactivos. Así mismo, se ha asegurado que los tanques tengan condiciones de sanidad igualitarias antes de realizar el llenado de los tanques para el inicio del proceso de siembra de las larvas de camarón.

De esta manera se asegura que los tanques elegidos representen al conjunto poblacional y el estudio tenga una validez relevante. Además de que las lecturas de parámetros se han realizado en cada una de las etapas larvales.

Tabla 8

Datos adquiridos durante la corrida del mes de febrero de 10 tanques elegidos al azar.

Tanque	Turbidez	Temp	OD (mg/L)	pH	SST (mg/L)	Fsft (mg/L)	Ntrt (mg/L)	DBO5 (mg/L)	CF (nmp/ml)	Sprvnc (anmls/L)	Etap
4	5.67	32.1	6.8	8.12	1.6	0.14	0.118	4.8	20		PRESIEMBRA
11	5.67	31.8	6.3	8.16	1.6	0.09	0.125	4.6	18		PRESIEMBRA
21	5.67	31.6	5.7	8.17	1.6	0.8	0.132	5.1	15		PRESIEMBRA
26	5.67	29.3	6.2	8.15	1.6	0.09	0.115	3.8	16		PRESIEMBRA
34	5.31	30.6	5.6	8.14	1.6	0.16	0.122	4.5	18		PRESIEMBRA
43	5.31	31.7	5.4	8.11	1.6	0.14	0.118	5	17		PRESIEMBRA
47	5.67	30.6	6	8.12	1.6	0.15	0.121	4.8	17		PRESIEMBRA
55	5.67	29.3	6.8	8.16	1.6	0.08	0.132	5.1	19		PRESIEMBRA
60	5.31	31.6	6.3	8.15	1.6	0.09	0.128	4.6	18		PRESIEMBRA
66	5.31	31.8	6.5	8.11	1.6	0.16	0.122	3.8	20		PRESIEMBRA
4	3.40	33.3	7	7.6	1.9	0.24	0.01	4.7	5	94	ZOEA 1
11	3.78	33.9	6.5	7.7	1.8	0.39	0.545	4	2	94	ZOEA 1
21	4.25	33.4	6.6	7.8	1.8	0.2	0.052	3.5	5	94	ZOEA 1
26	3.09	33.7	6	7.7	1.9	0.12	0.051	5.3	9	94	ZOEA 1
34	3.09	34	6.3	7.8	1.9	0.15	0.53	5.4	6	94	ZOEA 1
43	3.09	34	6.2	7.8	1.9	0.15	0.225	4.7	5	94	ZOEA 1
47	3.40	33.2	7.5	7.8	1.8	0.1	0.163	3.5	6	94	ZOEA 1
55	3.78	32.8	6.1	7.8	1.8	0.06	0.52	4.9	9	94	ZOEA 1
60	3.40	33.9	6.5	7.8	2.1	0.03	0.463	5	6	94	ZOEA 1
66	3.40	33.8	5.8	7.8	1.8	0.03	0.469	4.5	3	94	ZOEA 1
4	2.43	34.2	6.2	7.75	2	0.22	0.525	4.4	5	85	ZOEA 3
11	2.33	33.8	6.4	7.8	1.8	0.01	0.303	5.3	10	85	ZOEA 3
21	2.27	33.4	6.3	7.9	1.9	0.01	0.304	4.7	10	85	ZOEA 3

26	2.21	33.6	6	8	1.9	0.11	0.472	4.8	5	85	ZOEA 3
34	2.18	34	5.9	8	1.8	0.01	0.523	5.2	10	85	ZOEA 3
43	2.27	33.9	5.2	8.1	1.8	0.01	0.308	3.9	7	85	ZOEA 3
47	2.27	34.2	6.4	8.1	1.8	0.11	0.645	3.8	3	85	ZOEA 3
55	2.27	34.1	5.8	8.1	1.9	0.22	0.302	4.9	3	85	ZOEA 3
60	2.27	34.1	6	8	1.8	0.01	0.458	5	2	85	ZOEA 3
66	2.43	34.2	6.5	8.4	2	0.02	0.524	5.2	6	85	ZOEA 3
4	2.27	32.1	6.6	8.1	1.8	1.2	0.459	4.8	5	81	MYSIS 2
11	2.21	34	6.2	8.1	2	0.43	0.618	4.5	6	81	MYSIS 2
21	2.27	34.1	6.3	8.1	2	0.22	0.318	5	3	81	MYSIS 2
26	2.27	35.2	5.6	8.1	2.1	0.5	0.03	4.2	8	81	MYSIS 2
34	2.27	34.2	5.7	8.1	2.3	0.47	0.36	3.9	3	81	MYSIS 2
43	2.27	34.2	6.1	8.1	1.8	0.02	0.03	3.9	2	81	MYSIS 2
47	2.21	33.8	6.2	8.4	1.9	0.01	0.318	5	5	81	MYSIS 2
55	2.21	34.1	5.8	8.2	1.9	0.04	0.861	4.2	2	81	MYSIS 2
60	2.27	33.9	5.8	8.3	1.8	0.43	0.03	4.6	3	81	MYSIS 2
66	2.13	33.8	5.8	8.1	2	0.5	0.36	4.7	9	81	MYSIS 2
4	2.21	33.5	6	7.9	2.3	1.45	0.77	5.2	3	78	PL1
11	2.27	34	6	7.9	3.2	1.15	0.64	5.5	7	78	PL1
21	2.18	34.1	6	7.8	2.6	1.2	0.635	4.9	8	78	PL1
26	2.21	34	5.9	7.9	7.8	0.85	0.735	4.8	3	78	PL1
34	2.21	34	5.9	7.9	2	0.84	1.01	4.7	5	78	PL1
43	2.18	32.1	6	7.9	3.2	1.4	0.999	5.1	9	78	PL1
47	2.24	33.5	6.1	7.8	2.6	0.84	0.635	4.7	4	78	PL1
55	2.27	32.3	5.8	7.7	2.8	1.15	0.64	4.8	5	78	PL1
60	2.21	34	5.9	7.9	2.3	1.2	0.73	5.5	3	78	PL1
66	2.18	33.7	6.3	7.8	3.2	0.86	0.79	5.2	5	78	PL1

4	2.36	32.8	6.8	7.8	1.9	1.55	0.347	4.1	4	76	PL3
11	2.21	32.9	6.3	7.9	1.8	1.9	0.459	4.3	8	76	PL3
21	2.21	34	6	7.9	1.8	1.85	0.177	5	9	76	PL3
26	2.15	32.6	6	7.9	2.7	1.35	0.155	3.9	8	76	PL3
34	2.21	33.9	5.9	7.9	2.2	0.82	0.14	3.7	4	76	PL3
43	2.24	32.9	6.7	7.8	2.1	0.83	0.347	4.7	6	76	PL3
47	2.36	34	6	7.9	1.8	1.85	0.459	5.2	5	76	PL3
55	2.21	33.9	5.9	7.8	1.9	1.35	0.177	4.2	2	76	PL3
60	2.27	32.8	6	7.9	2.8	1.91	0.155	5	3	76	PL3
66	2.36	34	6.2	7.9	1.8	1.54	0.14	4.5	3	76	PL3
4	2.18	32	6.3	7.9	2.3	1.45	0.199	5.3	2	74	PL5
11	2.21	33.5	5.8	8	2.1	1.25	0.282	4.9	9	74	PL5
21	2.21	33.4	5.8	8	2.2	1.45	0.04	4.5	4	74	PL5
26	2.18	33.5	6.2	7.8	1.9	1.25	0.049	5.2	10	74	PL5
34	2.27	32.6	5.9	8	2	1.3	0.105	4.7	3	74	PL5
43	2.62	34	5.8	8	2.1	0.42	0.011	4.2	2	74	PL5
47	2.21	33.4	5.9	7.9	2.3	1.45	0.282	4	4	74	PL5
55	2.24	33.7	6.2	8	2	1.85	0.049	4.9	7	74	PL5
60	2.21	34	5.8	7.9	1.9	1.3	0.199	4.7	5	74	PL5
66	2.18	32.6	6.3	8	2.1	0.42	0.04	4.1	2	74	PL5
4	2.30	34.1	5.4	7.9	2.3	1.15	0.565	4	6	71	PL7
11	2.36	33.7	6.1	8	1.9	1.05	0.141	5.3	9	71	PL7
21	2.36	34.2	6.1	8.1	2.3	0.95	0.565	4.1	8	71	PL7
26	2.36	33.5	5.4	8	1.9	0.061	0.165	4	2	71	PL7
34	2.30	34.1	5.6	8	2.1	0.79	0.118	5.2	8	71	PL7
43	2.33	34.1	5.4	7.8	2	0.61	0.785	4.5	6	71	PL7
47	2.30	34.1	5.6	7.9	1.9	0.79	0.785	4.9	2	71	PL7

55	2.33	34.1	5.1	8	2	1.15	0.565	4.7	7	71	PL7
60	2.36	34.2	5.4	8	2.3	0.95	0.785	4.1	5	71	PL7
66	2.36	33.7	6.1	7.8	1.9	1.05	0.141	5.3	7	71	PL7
4	2.43	34.1	6.1	7.9	2.2	1.45	0.011	5	3	69	PL9
11	2.39	33.7	5.9	8	1.8	1.25	0.782	4.6	7	69	PL9
21	2.27	32	6.3	8.1	1.9	1.25	0.564	3.4	3	69	PL9
26	2.36	34.1	5.8	7.8	2.1	1.3	0.141	3.9	6	69	PL9
34	2.33	31.3	6	7.7	2.2	0.42	0.561	5.1	2	69	PL9
43	2.43	31	5.2	7.6	1.7	1.3	0.174	4.8	10	69	PL9
47	2.39	33.2	5.7	8	1.9	1.44	0.129	5	8	69	PL9
55	2.27	33.5	5.2	8.1	2	0.39	0.222	4.9	8	69	PL9
60	2.36	34.2	5.7	7.9	2.3	1.31	0.782	4.2	7	69	PL9
66	2.43	33.7	5.2	7.8	1.9	1.85	0.315	3.9	8	69	PL9
4	2.13	33.2	6	7.9	2.3	1.5	2.14	4.7	2		POSTSIEMBRA
11	2.15	34	5.2	7.8	2.4	1.7	1.924	4.5	1		POSTSIEMBRA
21	2.27	31.2	5.3	7.7	2.6	1.5	2.353	4.1	2		POSTSIEMBRA
26	2.27	33.3	5.4	7.9	2.1	0.75	1.875	5	2		POSTSIEMBRA
34	2.15	34.2	6.3	7.8	2.2	1.9	2.428	3.9	1		POSTSIEMBRA
43	2.13	33.1	6.4	8	2.3	2.05	3.475	3.7	1		POSTSIEMBRA
47	2.18	32.1	5.7	8.2	2.6	2	2.144	4.7	2		POSTSIEMBRA
55	2.21	33.3	5.9	8.1	2.4	1.98	1.876	4.3	1		POSTSIEMBRA
60	2.18	34.4	6.1	7.9	2.1	0.88	2.871	5	2		POSTSIEMBRA
66	2.24	32.2	5.3	7.8	2.6	1.77	3.241	4.1	1		POSTSIEMBRA

De igual manera se han recopilado los datos de las corridas de marzo y abril bajo las mismas condiciones, como se muestran en la tabla 9 y 10.

Tabla 9

Datos adquiridos durante la corrida del mes de marzo de 10 tanques elegidos al azar.

Tanque	Turbidez	Temp	OD (mg/L)	pH	SST (mg/L)	Fsft (mg/L)	Ntrt (mg/L)	DBO5 (mg/L)	CF (nmp/ml)	Sprvnc (anmls/L)	Etap
4	2.43	33.8	6.5	7.8	1.9	0.06	0.04	4.5	4		PRESIEMBRA
11	2.18	33.5	6	8.17	1.9	1.05	0.459	5	16		PRESIEMBRA
21	2.27	33.9	6.3	7.8	2.2	1.15	0.01	5	3		PRESIEMBRA
26	2.18	34	7	7.9	2.4	0.01	0.155	5	2		PRESIEMBRA
34	2.36	34	5.8	7.8	1.9	0.82	0.225	4.1	8		PRESIEMBRA
43	2.24	34.1	5.7	7.8	2.3	0.79	1.924	4.7	6		PRESIEMBRA
47	2.27	34.2	6.3	8	2.1	0.85	0.458	4.5	6		PRESIEMBRA
55	3.40	33.4	6.1	7.8	2.1	0.39	0.782	4.9	6		PRESIEMBRA
60	2.21	31	5.2	7.8	2.4	0.061	0.64	5	2		PRESIEMBRA
66	2.43	32.9	5.3	8.1	2.2	0.15	0.304	4.2	3		PRESIEMBRA
4	2.27	34	6.3	8.11	1.6	0.43	0.561	5	2	93	ZOEA 1
11	2.43	32.1	5.3	7.9	2.1	0.01	0.141	4.9	6	93	ZOEA 1
21	3.09	32.8	6.8	8	2	0.16	0.303	3.5	2	93	ZOEA 1
26	2.30	33.4	5.9	7.9	2.3	0.03	0.011	5.4	15	93	ZOEA 1
34	2.21	32.6	5.6	7.9	2.3	0.16	0.051	4.4	6	93	ZOEA 1
43	4.25	31.2	5.8	8.15	1.9	0.04	0.318	4.9	3	93	ZOEA 1
47	2.43	34.1	6.1	7.9	2.1	0.14	0.14	4	2	93	ZOEA 1
55	5.67	34	5.9	7.9	1.9	1.44	0.635	4.7	2	93	ZOEA 1
60	5.31	33.5	6.6	7.9	2	0.61	0.861	5.1	5	93	ZOEA 1
66	2.21	32.2	6.1	8.1	2.3	1.31	0.052	4.8	5	93	ZOEA 1
4	2.27	34	5.8	8.1	2.2	1.54	0.155	4.8	20	88	ZOEA 3
11	5.31	34	5.8	7.8	1.6	0.95	0.318	5.3	7	88	ZOEA 3
21	2.36	32.6	5.9	7.9	1.8	0.15	0.79	4.1	10	88	ZOEA 3

26	2.43	34.1	5.8	8	2	1.85	0.122	4.7	8	88	ZOEA 3
34	2.27	34	5.9	7.9	1.6	0.22	0.735	4.8	2	88	ZOEA 3
43	4.25	29.3	5.8	8	2.3	1.85	0.118	4.1	5	88	ZOEA 3
47	3.09	34	6.3	8.1	3.2	1.45	0.77	4.6	3	88	ZOEA 3
55	2.21	33.8	5.6	7.8	2	1.9	0.565	4	7	88	ZOEA 3
60	2.18	33.8	5.8	7.9	1.9	0.1	0.523	5	3	88	ZOEA 3
66	2.21	34.2	5.4	7.8	1.6	0.01	0.525	4.7	3	88	ZOEA 3
4	5.67	33.9	5.1	7.9	2.6	1.3	0.635	4	5	85	MYSIS 2
11	2.36	33.2	5.4	7.7	2.7	0.84	0.03	4.8	1	85	MYSIS 2
21	2.36	31.3	6	8	1.9	2.05	0.128	5.1	5	85	MYSIS 2
26	2.30	33.4	6.2	7.75	1.8	1.15	0.125	3.9	1	85	MYSIS 2
34	2.21	32.1	5.9	7.6	1.9	0.12	0.472	3.7	5	85	MYSIS 2
43	3.40	33.2	6.2	7.9	1.8	0.01	0.73	3.9	19	85	MYSIS 2
47	2.15	33.7	6.3	7.8	2	1.91	0.645	4.3	3	85	MYSIS 2
55	2.27	30.6	5.8	8.16	2.1	1.2	2.353	4.2	9	85	MYSIS 2
60	3.40	34.2	5.9	8	1.8	0.02	0.565	3.5	0	85	MYSIS 2
66	2.27	31.6	5.6	7.8	2.6	1.4	0.347	4.2	10	85	MYSIS 2
4	2.18	32.1	6.1	8.12	2.1	1.2	0.105	4.7	8	81	PL1
11	2.21	34	6	7.8	2	0.01	0.999	4.2	18	81	PL1
21	2.62	34	5.4	7.8	1.8	0.24	0.782	3.4	5	81	PL1
26	2.15	33.7	7.5	8.15	1.6	0.22	0.564	5.2	3	81	PL1
34	2.24	33.9	6	7.9	2.6	0.47	0.049	3.8	9	81	PL1
43	2.33	34	6	7.8	1.9	0.02	0.199	5.5	4	81	PL1
47	2.27	32.3	5.7	8	2.8	0.75	0.785	4.7	3	81	PL1
55	2.33	31.8	5.9	7.8	1.8	1.05	0.347	4.9	2	81	PL1
60	2.21	34.1	6	7.9	1.6	0.39	0.524	4.7	8	81	PL1
66	5.31	31.6	6.2	8	1.8	1.35	0.469	5.3	7	81	PL1

4	2.13	33.3	5.4	8.4	2.6	0.42	0.308	5	8	77	PL3
11	3.40	32	6.4	8.1	2.6	1.3	0.199	4.2	7	77	PL3
21	2.18	34.1	5.9	7.9	2	0.8	0.118	3.9	7	77	PL3
26	2.18	30.6	6	7.8	1.6	1.77	1.876	5	4	77	PL3
34	2.39	34.1	6.5	7.8	1.8	0.2	0.122	3.9	9	77	PL3
43	2.18	33.5	6.8	7.9	2	1.35	0.174	5.3	16	77	PL3
47	2.36	32	5.7	7.9	2.2	0.83	0.03	4.7	5	77	PL3
55	2.21	34.1	5.2	8.11	1.8	1.85	0.618	4.6	18	77	PL3
60	2.13	35.2	6.3	7.9	1.8	1.9	1.01	5.1	6	77	PL3
66	2.18	33.9	6	7.8	1.8	0.84	0.03	3.9	8	77	PL3
4	2.27	33.9	6.2	7.8	1.6	1.7	0.459	4.6	6	75	PL5
11	5.67	34	6	8	2.8	1.45	0.04	4.7	9	75	PL5
21	2.30	33.5	6.7	8.1	1.9	1.45	0.052	3.8	1	75	PL5
26	2.27	32.8	6.2	7.8	2.3	0.22	2.14	4.8	8	75	PL5
34	2.27	34.2	6.5	8.1	3.2	0.5	0.463	4.9	6	75	PL5
43	3.40	33.4	6.3	7.7	1.8	1.5	0.177	4	1	75	PL5
47	2.15	34.1	6.1	8.4	1.9	0.09	0.141	4.5	14	75	PL5
55	2.27	33.7	5.7	7.7	1.6	0.09	0.163	5	3	75	PL5
60	5.67	32.9	5.2	7.8	1.8	0.09	0.165	4.7	9	75	PL5
66	3.78	33.7	5.6	7.8	1.8	1.25	0.565	4.8	10	75	PL5
4	2.21	31.7	6	7.7	2.1	1.3	0.785	4.8	7	74	PL7
11	2.24	33.9	6	8	1.8	1.25	3.241	5.3	2	74	PL7
21	5.67	34.2	6.1	8	2.1	0.2	0.463	5.3	8	74	PL7
26	2.36	33.7	6.4	7.9	1.9	0.14	0.52	4.9	2	74	PL7
34	2.39	33.6	6.5	8.2	7.8	0.03	3.475	3.8	7	74	PL7
43	2.21	32.6	5.4	8	2.2	0.42	0.36	5.2	3	74	PL7
47	2.27	33.7	6.3	8	3.2	0.86	0.302	4.5	8	74	PL7

55	2.36	34.1	6.2	7.8	1.7	0.95	0.282	5.2	4	74	PL7
60	2.27	32.1	5.8	8.1	1.9	2	0.115	5.2	5	74	PL7
66	2.24	34.2	5.8	8	1.9	1.85	0.64	5	2	74	PL7
4	5.31	34.2	6	8.1	2.3	0.5	0.36	4.5	5	73	PL9
11	2.27	33.4	6.3	8.1	1.8	0.15	0.049	5	2	73	PL9
21	2.33	31.8	5.9	7.6	1.9	0.11	2.144	5.5	10	73	PL9
26	2.33	33.3	5.4	8	1.9	0.43	0.141	3.9	6	73	PL9
34	2.21	34	6.2	7.9	2.3	0.42	0.315	5.2	2	73	PL9
43	2.21	33.3	6.5	8.1	1.8	0.03	0.545	3.5	9	73	PL9
47	2.21	33.5	6.4	8	1.9	1.2	0.129	4.7	20	73	PL9
55	2.27	33.7	5.7	7.9	2.1	1.15	0.011	3.9	5	73	PL9
60	2.21	32.8	6.6	8.1	2	1.25	0.53	4.3	7	73	PL9
66	2.36	33.2	6.1	8.2	1.9	1.3	0.177	4.1	5	73	PL9
4	2.21	33.5	6	8	1.9	0.79	0.282	4.5	5		POSTSIEMBRA
11	2.36	34.1	6	7.9	2.3	1.15	0.785	4.1	9		POSTSIEMBRA
21	2.21	34.2	5.8	8.1	1.8	1.25	0.459	4.5	10		POSTSIEMBRA
26	2.13	34	5.9	7.7	1.9	1.45	0.222	4.1	5		POSTSIEMBRA
34	2.27	33.1	6.6	8.1	2.1	0.01	0.121	4.6	3		POSTSIEMBRA
43	2.27	34.2	6.2	8.12	2	1.5	2.428	3.7	3		POSTSIEMBRA
47	3.78	34.1	6.3	8.14	2.3	1.45	1.875	4.9	3		POSTSIEMBRA
55	2.27	34.1	5.2	8.3	1.8	0.11	0.118	4.7	3		POSTSIEMBRA
60	2.36	33.9	6.3	7.9	2	1.55	0.14	5.2	3		POSTSIEMBRA
66	3.09	33.8	5.2	7.8	2.3	1.98	0.132	5.2	4		POSTSIEMBRA

Tabla 10

Datos adquiridos durante la corrida del mes de abril de 10 tanques elegidos al azar.

Tanque	Turbidez	Temp	OD (mg/L)	pH	SST (mg/L)	Fsft (mg/L)	Ntrt (mg/L)	DBO5 (mg/L)	CF (nmp/ml)	Sprvnc (anmls/L)	Etap
4	2.27	31.2	5.3	7.7	2.6	1.5	2.353	4.1	7		PRESIEMBRA
11	2.18	33.9	6.3	8	1.8	0.01	0.53	4.8	8		PRESIEMBRA
21	2.18	33.4	6.5	8.14	1.8	0.61	0.785	4.9	4		PRESIEMBRA
26	2.18	33.9	6.6	7.9	2.1	0.95	0.011	4.7	5		PRESIEMBRA
34	4.25	33.7	5.9	8.15	1.9	1.55	0.618	5	5		PRESIEMBRA
43	2.33	33.4	6.8	8.2	2.6	0.15	0.132	4.6	3		PRESIEMBRA
47	2.30	32.8	6	7.8	2.2	1.05	0.303	5.1	2		PRESIEMBRA
55	2.39	33.5	6.3	7.9	1.9	0.82	2.14	5.2	9		PRESIEMBRA
60	5.31	34.1	5.2	7.8	1.8	0.84	0.545	5.2	10		PRESIEMBRA
66	2.21	31.6	6.5	7.9	2.2	1.5	0.561	5.1	20		PRESIEMBRA
4	2.21	34.1	5.8	8.1	2.6	0.01	0.459	4	6	106	ZOEA 1
11	5.67	29.3	5.6	8	1.9	1.3	0.782	5	8	106	ZOEA 1
21	2.36	34	6.2	7.9	1.8	0.15	0.347	3.5	3	106	ZOEA 1
26	2.27	31.8	5.3	8.16	3.2	0.2	0.118	4.5	3	106	ZOEA 1
34	2.36	34	5.2	7.9	1.8	1.31	0.155	4.5	8	106	ZOEA 1
43	3.78	34.1	6.2	7.9	2.1	0.22	3.475	5	1	106	ZOEA 1
47	2.24	33.6	5.2	8.1	1.9	1.3	0.318	4.7	18	106	ZOEA 1
55	2.33	34	5.4	8	2.3	0.02	0.73	5	3	106	ZOEA 1
60	2.21	33.3	5.2	7.8	1.6	0.06	0.122	5	9	106	ZOEA 1
66	2.27	32.2	5.8	7.8	1.9	0.85	0.118	3.9	2	106	ZOEA 1
4	2.27	34	6.3	8	1.8	1.85	2.428	4.3	2	102	ZOEA 3
11	2.21	34.1	6.6	7.6	2	1.2	0.174	3.5	4	102	ZOEA 3
21	5.67	33.2	5.4	7.9	2.3	0.04	1.876	4.4	5	102	ZOEA 3

26	3.40	35.2	6.2	8	1.9	0.42	0.635	4.5	2	102	ZOEA 3
34	2.21	31.6	5.6	8.1	2.2	0.5	3.241	4.6	3	102	ZOEA 3
43	2.27	33.8	6	8.1	2	1.4	0.565	5	10	102	ZOEA 3
47	2.36	33.2	6.2	8.1	2.1	1.25	0.141	4.8	2	102	ZOEA 3
55	2.43	33.7	6	7.8	2.3	0.16	0.315	4.7	3	102	ZOEA 3
60	2.13	33.7	6.4	7.9	1.9	0.83	0.782	4.9	16	102	ZOEA 3
66	2.18	32.1	6.1	8.12	2.4	0.2	0.011	4.8	6	102	ZOEA 3
4	3.40	34.2	7	8	1.9	0.79	1.924	5.2	1	100	MYSIS 2
11	2.36	33.5	5.4	8.11	2.3	1.85	0.122	3.9	1	100	MYSIS 2
21	3.78	32.9	6.4	7.7	1.6	1.85	0.524	4.7	1	100	MYSIS 2
26	2.30	33.9	5.8	7.7	2	1.3	0.129	4.8	18	100	MYSIS 2
34	2.27	31	6.5	7.9	3.2	1.77	0.52	4.1	2	100	MYSIS 2
43	2.15	33.5	6	7.8	2	0.16	0.163	4.2	20	100	MYSIS 2
47	2.21	32.6	5.9	8	2	1.85	0.177	3.8	3	100	MYSIS 2
55	5.31	34	5.9	7.9	2.3	1.45	0.785	3.8	8	100	MYSIS 2
60	2.15	34.2	5.4	8.1	2.7	0.11	0.14	4.7	5	100	MYSIS 2
66	2.21	32	6.1	7.8	1.9	0.09	0.635	4.1	2	100	MYSIS 2
4	2.43	33.5	5.6	8.4	1.6	0.22	0.525	3.9	3	97	PL1
11	2.27	32.6	6	8	1.8	0.47	0.463	4	9	97	PL1
21	2.21	33.8	5.9	8.17	2	1.05	0.472	4.7	7	97	PL1
26	2.27	29.3	6	8	1.9	0.15	0.77	5	5	97	PL1
34	2.18	34.2	5.9	7.9	1.9	1.2	0.999	4.8	3	97	PL1
43	2.33	34	6.3	8.1	2.1	1.35	0.318	3.9	4	97	PL1
47	2.27	33.9	6.2	8.12	2.8	0.08	0.121	5	7	97	PL1
55	2.62	34.2	6.2	8.1	2	1.45	0.565	4.9	6	97	PL1
60	2.27	32.9	5.2	7.9	1.6	1.25	0.177	3.7	4	97	PL1
66	2.27	33.5	5.7	7.8	1.9	0.88	0.459	5.2	5	97	PL1

4	2.39	33.3	5.9	8.1	2.3	0.24	0.565	5.4	10	94	PL3
11	5.67	32.8	5.9	7.9	1.8	1.44	0.458	5.3	8	94	PL3
21	2.24	33.1	6	7.8	1.6	0.43	0.14	4.6	7	94	PL3
26	2.21	34.1	6.3	7.9	1.6	0.01	1.875	4.6	2	94	PL3
34	3.40	34.1	5.8	8	1.8	0.42	0.304	3.4	8	94	PL3
43	5.67	30.6	5.7	7.9	1.8	0.14	0.735	3.9	18	94	PL3
47	2.27	33.4	6	8.4	2.1	1.35	0.282	5	10	94	PL3
55	2.18	32.1	6.1	8	2	1.25	0.36	4.1	15	94	PL3
60	2.27	33.9	6.3	8.2	2.1	0.09	0.155	5.5	2	94	PL3
66	2.13	33.9	6.6	8	2.3	1.3	0.199	4	2	94	PL3
4	2.24	32.1	6.3	7.9	1.9	0.43	0.118	5.1	2	91	PL5
11	2.21	34	6.1	8	1.8	1.98	0.302	4.3	6	91	PL5
21	2.21	34.2	5.8	8.1	2.8	0.84	0.463	3.9	5	91	PL5
26	5.67	34.2	5.8	8	2.1	0.39	0.04	4.9	8	91	PL5
34	5.31	34	5.9	7.8	2.3	0.22	0.105	5.2	5	91	PL5
43	2.27	31.7	6	8.1	1.9	0.42	0.64	4.7	6	91	PL5
47	4.25	32.1	6	7.9	1.6	0.01	2.871	4.9	3	91	PL5
55	2.36	31.3	5.8	8.11	1.9	0.061	0.308	5.1	5	91	PL5
60	2.24	33.7	5.6	7.9	1.6	1.45	0.347	4.7	5	91	PL5
66	2.43	33.4	6	7.9	1.9	2	0.132	5.3	7	91	PL5
4	2.27	34.1	5.9	7.8	2.6	1.15	1.01	4.8	5	88	PL7
11	2.27	32.3	6.5	7.8	2.1	2.05	0.64	5.2	4	88	PL7
21	2.27	31.8	6	8.1	1.8	1.9	0.128	3.5	5	88	PL7
26	2.33	32	6.2	7.8	2	1.2	0.523	5	3	88	PL7
34	2.21	34.1	6.3	8.3	2.2	0.86	0.785	5	9	88	PL7
43	2.30	34.2	6.8	7.8	2	1.15	0.79	5.2	8	88	PL7
47	2.18	34.1	5.7	7.6	2.1	0.02	0.222	4.2	6	88	PL7

55	3.09	34	5.9	8.1	1.6	0.79	0.141	4.5	5	88	PL7
60	2.27	32.6	6.3	7.8	2.1	0.03	0.564	4.2	3	88	PL7
66	5.31	34.4	6.1	7.9	1.6	1.45	0.861	4.1	2	88	PL7
4	2.18	30.6	6.8	7.8	1.8	1.25	0.03	4.9	8	86	PL9
11	3.09	34.1	6	7.9	2.1	0.95	0.199	5.3	5	86	PL9
21	2.36	33.4	5.4	7.8	2	0.03	0.225	3.9	6	86	PL9
26	2.21	34	6.5	7.75	1.8	0.01	0.049	5.5	10	86	PL9
34	2.18	33.3	6.1	7.9	7.8	0.01	0.165	3.8	6	86	PL9
43	2.21	34	6.3	7.8	1.8	1.54	0.049	5	19	86	PL9
47	2.21	34	7.5	8.15	2.2	0.11	0.052	4.9	9	86	PL9
55	2.43	34.1	6.3	8.16	1.8	1.15	0.459	4.2	2	86	PL9
60	2.27	34.2	5.4	7.8	1.9	0.1	0.141	5.3	3	86	PL9
66	2.13	33.8	6.2	7.8	1.8	0.5	0.052	4.8	9	86	PL9
4	2.21	33.7	5.8	7.8	2.6	0.39	0.01	4.5	1		POSTSIEMBRA
11	2.15	34.1	5.8	7.7	1.9	0.75	0.03	4.7	2		POSTSIEMBRA
21	2.36	33.5	6.7	8	2.3	0.14	0.04	3.7	7		POSTSIEMBRA
26	3.40	33.7	6.4	8	2.4	1.45	0.03	4.7	3		POSTSIEMBRA
34	2.21	33.2	5.1	7.9	2.3	1.9	0.645	4.5	17		POSTSIEMBRA
43	2.36	33.9	6.1	7.8	1.9	1.15	0.282	4.7	15		POSTSIEMBRA
47	5.67	34	5.7	8.1	1.8	1.7	0.36	4.7	7		POSTSIEMBRA
55	2.43	32.8	6.1	7.8	3.2	0.8	0.125	4.1	3		POSTSIEMBRA
60	2.36	34.2	5.7	7.9	2.3	1.91	2.144	4.2	6		POSTSIEMBRA
66	2.36	34	5.8	8	1.7	0.09	0.115	4	7		POSTSIEMBRA

La tabla 11 muestran los índices de cada uno de los parámetros y su respectivo valor en peso, para determinar el valor del ICA-NFS que se ven representadas en las tablas.

Tabla 11

Valores de subíndices y peso de cada parámetro para el ICA- NFS, correspondientes al mes de febrero

SUBINDICE DE PARÁMETRO									Peso de cada parámetro									ICA
QI Trbdz	QI Tmp	QI OD	QI PH	QI SST	QI FSFT	QI NTRT	QI ODB	QI CF	Trbdz	Tmp	OD	PH	SST	FSFT	NTRT	ODB	CF	
0.00	54.44	36.00	84.00	94.67	93.17	98.82	12.73	0.00	0.00	5.44	6.12	10.08	7.57	9.32	9.88	1.27	0.00	49.69
0.00	57.78	26.00	83.43	94.67	95.61	98.75	16.36	0.10	0.00	5.78	4.42	10.01	7.57	9.56	9.88	1.64	0.02	48.87
0.00	60.00	14.00	83.29	94.67	60.98	98.68	7.27	0.25	0.00	6.00	2.38	9.99	7.57	6.10	9.87	0.73	0.04	42.68
0.00	85.56	24.00	83.57	94.67	95.61	98.85	30.91	0.20	0.00	8.56	4.08	10.03	7.57	9.56	9.89	3.09	0.03	52.80
0.00	71.11	12.00	83.71	94.67	92.20	98.78	18.18	0.10	0.00	7.11	2.04	10.05	7.57	9.22	9.88	1.82	0.02	47.70
0.00	58.89	8.00	84.14	94.67	93.17	98.82	9.09	0.15	0.00	5.89	1.36	10.10	7.57	9.32	9.88	0.91	0.02	45.05
0.00	71.11	20.00	84.00	94.67	92.68	98.79	12.73	0.15	0.00	7.11	3.40	10.08	7.57	9.27	9.88	1.27	0.02	48.61
0.00	85.56	36.00	83.43	94.67	96.10	98.68	7.27	0.05	0.00	8.56	6.12	10.01	7.57	9.61	9.87	0.73	0.01	52.47
0.00	60.00	26.00	83.57	94.67	95.61	98.72	16.36	0.10	0.00	6.00	4.42	10.03	7.57	9.56	9.87	1.64	0.02	49.11
0.00	57.78	30.00	84.14	94.67	92.20	98.78	30.91	0.00	0.00	5.78	5.10	10.10	7.57	9.22	9.88	3.09	0.00	50.74
32.00	41.11	40.00	91.43	93.67	88.29	99.90	14.55	0.75	2.56	4.11	6.80	10.97	7.49	8.83	9.99	1.45	0.11	52.32
24.44	34.44	30.00	90.00	94.00	80.98	94.55	27.27	0.90	1.96	3.44	5.10	10.80	7.52	8.10	9.46	2.73	0.14	49.23
15.00	40.00	32.00	88.57	94.00	90.24	99.48	36.36	0.75	1.20	4.00	5.44	10.63	7.52	9.02	9.95	3.64	0.11	51.51
38.18	36.67	20.00	90.00	93.67	94.15	99.49	3.64	0.55	3.05	3.67	3.40	10.80	7.49	9.41	9.95	0.36	0.08	48.22
38.18	33.33	26.00	88.57	93.67	92.68	94.70	1.82	0.70	3.05	3.33	4.42	10.63	7.49	9.27	9.47	0.18	0.11	47.95
38.18	33.33	24.00	88.57	93.67	92.68	97.75	14.55	0.75	3.05	3.33	4.08	10.63	7.49	9.27	9.78	1.45	0.11	49.20

32.00	42.22	50.00	88.57	94.00	95.12	98.37	36.36	0.70	2.56	4.22	8.50	10.63	7.52	9.51	9.84	3.64	0.11	56.52
24.44	46.67	22.00	88.57	94.00	97.07	94.80	10.91	0.55	1.96	4.67	3.74	10.63	7.52	9.71	9.48	1.09	0.08	48.87
32.00	34.44	30.00	88.57	93.00	98.54	95.37	9.09	0.70	2.56	3.44	5.10	10.63	7.44	9.85	9.54	0.91	0.11	49.58
32.00	35.56	16.00	88.57	94.00	98.54	95.31	18.18	0.85	2.56	3.56	2.72	10.63	7.52	9.85	9.53	1.82	0.13	48.31
51.43	31.11	24.00	89.29	93.33	89.27	94.75	20.00	0.75	4.11	3.11	4.08	10.71	7.47	8.93	9.48	2.00	0.11	50.00
53.42	35.56	28.00	88.57	94.00	99.51	96.97	3.64	0.50	4.27	3.56	4.76	10.63	7.52	9.95	9.70	0.36	0.08	50.82
54.67	40.00	26.00	87.14	93.67	99.51	96.96	14.55	0.50	4.37	4.00	4.42	10.46	7.49	9.95	9.70	1.45	0.08	51.92
55.84	37.78	20.00	85.71	93.67	94.63	95.28	12.73	0.75	4.47	3.78	3.40	10.29	7.49	9.46	9.53	1.27	0.11	49.80
56.41	33.33	18.00	85.71	94.00	99.51	94.77	5.45	0.50	4.51	3.33	3.06	10.29	7.52	9.95	9.48	0.55	0.08	48.76
54.67	34.44	4.00	84.29	94.00	99.51	96.92	29.09	0.65	4.37	3.44	0.68	10.11	7.52	9.95	9.69	2.91	0.10	48.78
54.67	31.11	28.00	84.29	94.00	94.63	93.55	30.91	0.85	4.37	3.11	4.76	10.11	7.52	9.46	9.36	3.09	0.13	51.92
54.67	32.22	16.00	84.29	93.67	89.27	96.98	10.91	0.85	4.37	3.22	2.72	10.11	7.49	8.93	9.70	1.09	0.13	47.77
54.67	32.22	20.00	85.71	94.00	99.51	95.42	9.09	0.90	4.37	3.22	3.40	10.29	7.52	9.95	9.54	0.91	0.14	49.34
51.43	31.11	30.00	80.00	93.33	99.02	94.76	5.45	0.70	4.11	3.11	5.10	9.60	7.47	9.90	9.48	0.55	0.11	49.42
54.67	54.44	32.00	84.29	94.00	41.46	95.41	12.73	0.75	4.37	5.44	5.44	10.11	7.52	4.15	9.54	1.27	0.11	47.96
55.84	33.33	24.00	84.29	93.33	79.02	93.82	18.18	0.70	4.47	3.33	4.08	10.11	7.47	7.90	9.38	1.82	0.11	48.67
54.67	32.22	26.00	84.29	93.33	89.27	96.82	9.09	0.85	4.37	3.22	4.42	10.11	7.47	8.93	9.68	0.91	0.13	49.24
54.67	20.00	12.00	84.29	93.00	75.61	99.70	23.64	0.60	4.37	2.00	2.04	10.11	7.44	7.56	9.97	2.36	0.09	45.95
54.67	31.11	14.00	84.29	92.33	77.07	96.40	29.09	0.85	4.37	3.11	2.38	10.11	7.39	7.71	9.64	2.91	0.13	47.75
54.67	31.11	22.00	84.29	94.00	99.02	99.70	29.09	0.90	4.37	3.11	3.74	10.11	7.52	9.90	9.97	2.91	0.14	51.78
55.84	35.56	24.00	80.00	93.67	99.51	96.82	9.09	0.75	4.47	3.56	4.08	9.60	7.49	9.95	9.68	0.91	0.11	49.85
55.84	32.22	16.00	82.86	93.67	98.05	91.39	23.64	0.90	4.47	3.22	2.72	9.94	7.49	9.80	9.14	2.36	0.14	49.29
54.67	34.44	16.00	81.43	94.00	79.02	99.70	16.36	0.85	4.37	3.44	2.72	9.77	7.52	7.90	9.97	1.64	0.13	47.47
57.50	35.56	16.00	84.29	93.33	75.61	96.40	14.55	0.55	4.60	3.56	2.72	10.11	7.47	7.56	9.64	1.45	0.08	47.19
55.84	38.89	20.00	87.14	92.33	29.27	92.30	5.45	0.85	4.47	3.89	3.40	10.46	7.39	2.93	9.23	0.55	0.13	42.43
54.67	33.33	20.00	87.14	89.33	43.90	93.60	0.00	0.65	4.37	3.33	3.40	10.46	7.15	4.39	9.36	0.00	0.10	42.56
56.41	32.22	20.00	88.57	91.33	41.46	93.65	10.91	0.60	4.51	3.22	3.40	10.63	7.31	4.15	9.37	1.09	0.09	43.76

55.84	33.33	18.00	87.14	74.00	58.54	92.65	12.73	0.85	4.47	3.33	3.06	10.46	5.92	5.85	9.27	1.27	0.13	43.76
55.84	33.33	18.00	87.14	93.33	59.02	89.90	14.55	0.75	4.47	3.33	3.06	10.46	7.47	5.90	8.99	1.45	0.11	45.24
56.41	54.44	20.00	87.14	89.33	31.71	90.01	7.27	0.55	4.51	5.44	3.40	10.46	7.15	3.17	9.00	0.73	0.08	43.94
55.26	38.89	22.00	88.57	91.33	59.02	93.65	14.55	0.80	4.42	3.89	3.74	10.63	7.31	5.90	9.37	1.45	0.12	46.83
54.67	52.22	16.00	90.00	90.67	43.90	93.60	12.73	0.75	4.37	5.22	2.72	10.80	7.25	4.39	9.36	1.27	0.11	45.50
55.84	33.33	18.00	87.14	92.33	41.46	92.70	0.00	0.85	4.47	3.33	3.06	10.46	7.39	4.15	9.27	0.00	0.13	42.25
56.41	36.67	26.00	88.57	89.33	58.05	92.10	5.45	0.75	4.51	3.67	4.42	10.63	7.15	5.80	9.21	0.55	0.11	46.05
52.78	46.67	36.00	88.57	93.67	24.39	96.53	25.45	0.80	4.22	4.67	6.12	10.63	7.49	2.44	9.65	2.55	0.12	47.89
55.84	45.56	26.00	87.14	94.00	7.32	95.41	21.82	0.60	4.47	4.56	4.42	10.46	7.52	0.73	9.54	2.18	0.09	43.96
55.84	33.33	20.00	87.14	94.00	9.76	98.23	9.09	0.55	4.47	3.33	3.40	10.46	7.52	0.98	9.82	0.91	0.08	40.97
56.96	48.89	20.00	87.14	91.00	34.15	98.45	29.09	0.60	4.56	4.89	3.40	10.46	7.28	3.41	9.85	2.91	0.09	46.84
55.84	34.44	18.00	87.14	92.67	60.00	98.60	32.73	0.80	4.47	3.44	3.06	10.46	7.41	6.00	9.86	3.27	0.12	48.10
55.26	45.56	34.00	88.57	93.00	59.51	96.53	14.55	0.70	4.42	4.56	5.78	10.63	7.44	5.95	9.65	1.45	0.11	49.99
52.78	33.33	20.00	87.14	94.00	9.76	95.41	5.45	0.75	4.22	3.33	3.40	10.46	7.52	0.98	9.54	0.55	0.11	40.11
55.84	34.44	18.00	88.57	93.67	34.15	98.23	23.64	0.90	4.47	3.44	3.06	10.63	7.49	3.41	9.82	2.36	0.14	44.83
54.67	46.67	20.00	87.14	90.67	6.83	98.45	9.09	0.85	4.37	4.67	3.40	10.46	7.25	0.68	9.85	0.91	0.13	41.71
52.78	33.33	24.00	87.14	94.00	24.88	98.60	18.18	0.85	4.22	3.33	4.08	10.46	7.52	2.49	9.86	1.82	0.13	43.91
56.41	55.56	26.00	87.14	92.33	29.27	98.01	3.64	0.90	4.51	5.56	4.42	10.46	7.39	2.93	9.80	0.36	0.14	45.56
55.84	38.89	16.00	85.71	93.00	39.02	97.18	10.91	0.55	4.47	3.89	2.72	10.29	7.44	3.90	9.72	1.09	0.08	43.60
55.84	40.00	16.00	85.71	92.67	29.27	99.60	18.18	0.80	4.47	4.00	2.72	10.29	7.41	2.93	9.96	1.82	0.12	43.71
56.41	38.89	24.00	88.57	93.67	39.02	99.51	5.45	0.50	4.51	3.89	4.08	10.63	7.49	3.90	9.95	0.55	0.08	45.08
54.67	48.89	18.00	85.71	93.33	36.59	98.95	14.55	0.85	4.37	4.89	3.06	10.29	7.47	3.66	9.90	1.45	0.13	45.21
47.69	33.33	16.00	85.71	93.00	79.51	99.89	23.64	0.90	3.82	3.33	2.72	10.29	7.44	7.95	9.99	2.36	0.14	48.03
55.84	40.00	18.00	87.14	92.33	29.27	97.18	27.27	0.80	4.47	4.00	3.06	10.46	7.39	2.93	9.72	2.73	0.12	44.86
55.26	36.67	24.00	85.71	93.33	9.76	99.51	10.91	0.65	4.42	3.67	4.08	10.29	7.47	0.98	9.95	1.09	0.10	42.04
55.84	33.33	16.00	87.14	93.67	36.59	98.01	14.55	0.75	4.47	3.33	2.72	10.46	7.49	3.66	9.80	1.45	0.11	43.50
56.41	48.89	26.00	85.71	93.00	79.51	99.60	25.45	0.90	4.51	4.89	4.42	10.29	7.44	7.95	9.96	2.55	0.14	52.14

54.05	32.22	8.00	87.14	92.33	43.90	94.35	27.27	0.70	4.32	3.22	1.36	10.46	7.39	4.39	9.44	2.73	0.11	43.41
52.78	36.67	22.00	85.71	93.67	48.78	98.59	3.64	0.55	4.22	3.67	3.74	10.29	7.49	4.88	9.86	0.36	0.08	44.59
52.78	31.11	22.00	84.29	92.33	53.66	94.35	25.45	0.60	4.22	3.11	3.74	10.11	7.39	5.37	9.44	2.55	0.09	46.01
52.78	38.89	8.00	85.71	93.67	97.02	98.35	27.27	0.90	4.22	3.89	1.36	10.29	7.49	9.70	9.84	2.73	0.14	49.65
54.05	32.22	12.00	85.71	93.00	61.46	98.82	5.45	0.60	4.32	3.22	2.04	10.29	7.44	6.15	9.88	0.55	0.09	43.98
53.42	32.22	8.00	88.57	93.33	70.24	92.15	18.18	0.70	4.27	3.22	1.36	10.63	7.47	7.02	9.22	1.82	0.11	45.11
54.05	32.22	12.00	87.14	93.67	61.46	92.15	10.91	0.90	4.32	3.22	2.04	10.46	7.49	6.15	9.22	1.09	0.14	44.12
53.42	32.22	2.00	85.71	93.33	43.90	94.35	14.55	0.65	4.27	3.22	0.34	10.29	7.47	4.39	9.44	1.45	0.10	40.97
52.78	31.11	8.00	85.71	92.33	53.66	92.15	25.45	0.75	4.22	3.11	1.36	10.29	7.39	5.37	9.22	2.55	0.11	43.60
52.78	36.67	22.00	88.57	93.67	48.78	98.59	3.64	0.65	4.22	3.67	3.74	10.63	7.49	4.88	9.86	0.36	0.10	44.95
51.43	32.22	22.00	87.14	92.67	29.27	99.89	9.09	0.85	4.11	3.22	3.74	10.46	7.41	2.93	9.99	0.91	0.13	42.90
52.11	36.67	18.00	85.71	94.00	39.02	92.18	16.36	0.65	4.17	3.67	3.06	10.29	7.52	3.90	9.22	1.64	0.10	43.56
54.67	55.56	26.00	84.29	93.67	39.02	94.36	38.18	0.85	4.37	5.56	4.42	10.11	7.49	3.90	9.44	3.82	0.13	49.24
52.78	32.22	16.00	88.57	93.00	36.59	98.59	29.09	0.70	4.22	3.22	2.72	10.63	7.44	3.66	9.86	2.91	0.11	44.76
53.42	63.33	20.00	90.00	92.67	79.51	94.39	7.27	0.90	4.27	6.33	3.40	10.80	7.41	7.95	9.44	0.73	0.14	50.47
51.43	66.67	4.00	91.43	94.33	36.59	98.26	12.73	0.50	4.11	6.67	0.68	10.97	7.55	3.66	9.83	1.27	0.08	44.81
52.11	42.22	14.00	85.71	93.67	29.76	98.71	9.09	0.60	4.17	4.22	2.38	10.29	7.49	2.98	9.87	0.91	0.09	42.40
54.67	38.89	4.00	84.29	93.33	80.98	97.78	10.91	0.60	4.37	3.89	0.68	10.11	7.47	8.10	9.78	1.09	0.09	45.58
52.78	31.11	14.00	87.14	92.33	36.10	92.18	23.64	0.65	4.22	3.11	2.38	10.46	7.39	3.61	9.22	2.36	0.10	42.85
51.43	36.67	4.00	88.57	93.67	9.76	96.85	29.09	0.60	4.11	3.67	0.68	10.63	7.49	0.98	9.69	2.91	0.09	40.24
57.50	42.22	20.00	87.14	92.33	26.83	78.60	14.55	0.90	4.60	4.22	3.40	10.46	7.39	2.68	7.86	1.45	0.14	42.20
56.96	33.33	4.00	88.57	92.00	17.07	80.76	18.18	0.95	4.56	3.33	0.68	10.63	7.36	1.71	8.08	1.82	0.14	38.30
54.67	64.44	6.00	90.00	91.33	26.83	76.47	25.45	0.90	4.37	6.44	1.02	10.80	7.31	2.68	7.65	2.55	0.14	42.95
54.67	41.11	8.00	87.14	93.00	63.41	81.25	9.09	0.90	4.37	4.11	1.36	10.46	7.44	6.34	8.13	0.91	0.14	43.25
56.96	31.11	26.00	88.57	92.67	7.32	75.72	29.09	0.95	4.56	3.11	4.42	10.63	7.41	0.73	7.57	2.91	0.14	41.49
57.50	43.33	28.00	85.71	92.33	0.00	65.25	32.73	0.95	4.60	4.33	4.76	10.29	7.39	0.00	6.53	3.27	0.14	41.31
56.41	54.44	14.00	82.86	91.33	2.44	78.56	14.55	0.90	4.51	5.44	2.38	9.94	7.31	0.24	7.86	1.45	0.14	39.28

55.84	41.11	18.00	84.29	92.00	3.41	81.24	21.82	0.95	4.47	4.11	3.06	10.11	7.36	0.34	8.12	2.18	0.14	39.90
56.41	28.89	22.00	87.14	93.00	57.07	71.29	9.09	0.90	4.51	2.89	3.74	10.46	7.44	5.71	7.13	0.91	0.14	42.92
55.26	53.33	6.00	88.57	91.33	13.66	67.59	25.45	0.95	4.42	5.33	1.02	10.63	7.31	1.37	6.76	2.55	0.14	39.52

De acuerdo con la tabla número 12, correspondiente al mes de febrero, se define que:

- Las medidas de tendencia central más representativa del conjunto de datos son de 46.22 para la media aritmética y 45.77 para la mediana. Esto sugiere que la distribución de datos es relativamente simétrica al encontrarse muy cercanos.
- Las medidas de dispersión indican que presenta una variabilidad moderadamente baja entorno a la media con un valor de desviación estándar de 3.66. De igual manera presenta una diferencia en el rango de 18.22 puntos.
- Centralidad: Los valores se centraron de manera fiable alrededor de 46.
- Variabilidad: La consistencia en las mediciones fue alta (baja desviación estándar), lo que indica que las condiciones de mala calidad fueron persistentes durante todo el mes, no eventos aislados.
- Distribución: Los datos se distribuyeron de manera muy simétrica y ligeramente aplanada, sin valores atípicos extremos que pudieran haber sesgado el resultado.
- Confianza: Con un nivel de confianza del 95%, podemos afirmar que la verdadera media del ICA para el mes se encuentra en un intervalo muy estrecho alrededor de 46.22 (aproximadamente 46.22 ± 0.73).

Tabla 12

Estadística descriptiva de los valores de ICA correspondientes al mes de febrero.

<i>ICA</i>	
Media	46,22
Error típico	0,37
Mediana	45,77
Moda	#N/A
Desviación estándar	3,66
Varianza de la muestra	13,41
Curtosis	-0,54
Coefficiente de asimetría	0,10
Rango	18,22
Mínimo	38,30
Máximo	56,52
Suma	4621,80
Cuenta	100,00
Nivel de confianza(95.0%)	0,73

La tabla 13, muestra los índices de correlación entre cada uno de los parámetros del ICA-NFS. Donde se puede observar que existen relaciones directas e inversas. Durante el mes de febrero se presentaron los siguientes resultados de cada uno de los parámetros frente al índice de calidad de agua:

- Con el oxígeno disuelto presenta una relación positiva en un rango de moderada a fuerte, lo que implica que, a mayor cantidad de oxígeno disuelto, mejor calidad de agua.
- Con respecto a la variable Temperatura, se demuestra que no es un factor muy relevante debido a su débil relación positiva.
- Frente a la turbidez presenta una fuerte correlación negativa, debido a que a mayor turbidez menor calidad de agua.

- Durante el mes de febrero los datos recolectados de pH representan una correlación positiva débil, al igual que la variable de Sólidos Suspendidos Totales.
- Los Fosfatos son un índice crítico puesto que se presenta con una correlación muy alta y de manera inversa lo que sugiere que estos son contaminantes influyentes para la determinación del ICA-NFS
- Los nitratos muestran una correlación negativa de carácter moderada lo que lo asocia que un aumento de nitratos proporciona un índice de calidad menor.
- La demanda bioquímica de oxígeno es un indicador importante, sin embargo, durante este mes muestra una correlación débil negativa, lo que podría deberse a que existen otros factores predominantes para definir el ICA.
- Coliformes fecales presenta una correlación moderada inversa, definiendo que a mayor cantidad de coliformes fecales, menor será la calidad agua.

Tabla 13

Tabla de índices de correlación, mes de febrero.

	Trbdz	Tmp	OD	PH	SST	FSFT	NTRT	ODB	CF
Trbdz	1								
Tmp	-0.61	1							
OD	-0.26	0.124	1						
PH	-0.20	0.119	-0.026	1					
SST	0.30	-0.140	-0.111	-0.169	1				
Fsft	0.46	-0.044	-0.225	-0.265	0.250	1			
Ntrt	0.28	-0.033	-0.181	-0.129	0.232	0.401	1		
DBO5	0.04	-0.020	-0.012	-0.035	0.076	-0.032	-0.114	1	
CF	0.76	-0.539	-0.129	-0.285	0.282	0.340	0.40	-0.153	1
ICA	-0.38	0.190	0.571	0.141	-0.283	-0.836	-0.477	-0.202	-0.250

La tabla 14 presenta un promedio del índice de calidad de agua en cada uno de los estadios de las larvas de camarón correspondientes a la corrida del mes de febrero, donde se puede apreciar que el menor ICA se produjo en la etapa de transición entre los estadios Mysis y PL1 donde se registra una tasa de supervivencia del 95.29% siendo esta la segunda más baja.

Tabla 14

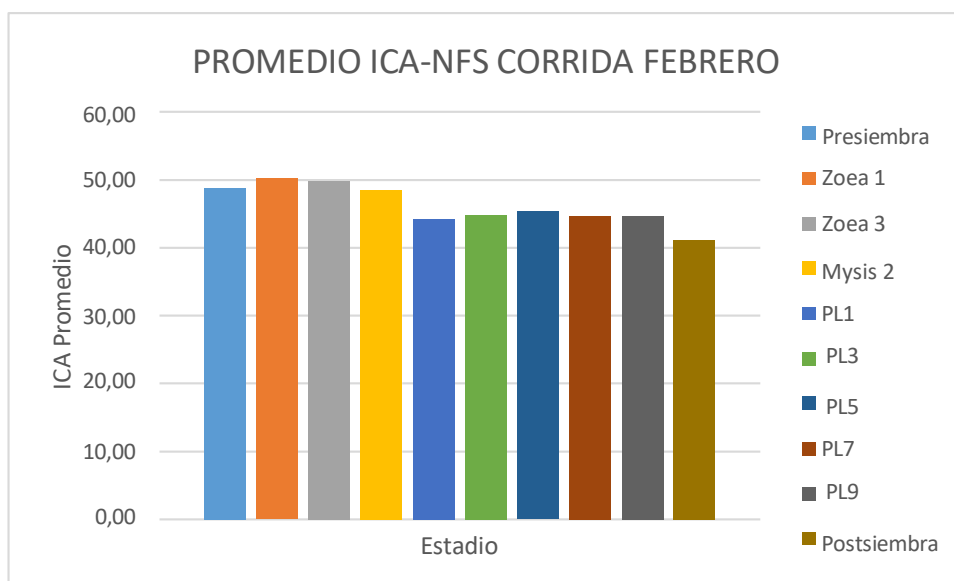
Promedio de ICA de acuerdo con cada etapa de desarrollo y tasa de supervivencia del mes de febrero

CORRIDA FEBRERO		
ETAPA	Ica Prom	Tasa de Supervivencia
Zoea 1	50.17	99.26%
Zoea 3	49.85	90.43%
Mysis 2	48.52	95.29%
PL1	44.23	96.30%
PL3	44.83	97.44%
PL5	45.37	97.37%
PL7	44.64	95.95%
PL9	44.68	97.18%

La figura muestra un gráfico de barras que representa el promedio ICA en cada uno de los estadios de la larva de camarón siendo la etapa PL1 donde se muestra un índice de calidad más bajo durante el proceso de siembra con un valor de 40.23

Figura 2

Promedio ICA por estadio durante el mes de febrer



Para finalizar el análisis del mes de febrero se realiza el índice de correlación entre la calidad de agua según la norma NFS y la tasa de supervivencia de las larvas de camarón corresponden a un 0.46 lo que significa que la relación es moderadamente fuerte, indicando que, a mayor calidad de agua, mayor tasa de supervivencia de se obtiene, como se muestra en la tabla 15.

Tabla 15

Índice de correlación ICA / Tasa de supervivencia, correspondiente al mes de febrero

	<i>Ica Prom</i>	<i>% Supervivencia</i>
<i>Ica Prom</i>	1	
<i>% Supervivencia</i>	0.40640931	1

La tabla 16 muestran los índices de cada uno de los parámetros y su respectivo valor en peso, para determinar el valor del ICA-NFS que se ven representadas en las tablas.

Tabla 16

Valores de subíndices y peso de cada parámetro para el ICA- NFS, correspondientes al mes de marzo

SUBINDICE DE PARÁMETRO									Peso de cada parámetro									ICA
QI Trbdz	QI Tmp	QI OD	QI PH	QI SST	QI FSFT	QI NTRT	QI ODB	QI CF	Trbdz	Tmp	OD	PH	SST	FSFT	NTRT	ODB	CF	
51.43	35.56	30.00	88.57	93.67	97.07	99.60	18.18	0.80	4.11	3.56	5.10	10.63	7.49	9.71	9.96	1.82	0.12	52.50
56.41	38.89	20.00	83.29	93.67	48.78	95.41	9.09	0.20	4.51	3.89	3.40	9.99	7.49	4.88	9.54	0.91	0.03	44.65
54.67	34.44	26.00	88.57	92.67	43.90	99.90	9.09	0.85	4.37	3.44	4.42	10.63	7.41	4.39	9.99	0.91	0.13	45.70
56.41	33.33	40.00	87.14	92.00	99.51	98.45	9.09	0.90	4.51	3.33	6.80	10.46	7.36	9.95	9.85	0.91	0.14	53.30
52.78	33.33	16.00	88.57	93.67	60.00	97.75	25.45	0.60	4.22	3.33	2.72	10.63	7.49	6.00	9.78	2.55	0.09	46.81
55.26	32.22	14.00	88.57	92.33	61.46	80.76	14.55	0.70	4.42	3.22	2.38	10.63	7.39	6.15	8.08	1.45	0.11	43.82
54.67	31.11	26.00	85.71	93.00	58.54	95.42	18.18	0.70	4.37	3.11	4.42	10.29	7.44	5.85	9.54	1.82	0.11	46.95
32.00	40.00	22.00	88.57	93.00	80.98	92.18	10.91	0.70	2.56	4.00	3.74	10.63	7.44	8.10	9.22	1.09	0.11	46.88
55.84	66.67	4.00	88.57	92.00	97.02	93.60	9.09	0.90	4.47	6.67	0.68	10.63	7.36	9.70	9.36	0.91	0.14	49.91
51.43	45.56	6.00	84.29	92.67	92.68	96.96	23.64	0.85	4.11	4.56	1.02	10.11	7.41	9.27	9.70	2.36	0.13	48.67
54.67	33.33	26.00	84.14	94.67	79.02	94.39	9.09	0.90	4.37	3.33	4.42	10.10	7.57	7.90	9.44	0.91	0.14	48.18
51.43	54.44	6.00	87.14	93.00	99.51	98.59	10.91	0.70	4.11	5.44	1.02	10.46	7.44	9.95	9.86	1.09	0.11	49.48
38.18	46.67	36.00	85.71	93.33	92.20	96.97	36.36	0.90	3.05	4.67	6.12	10.29	7.47	9.22	9.70	3.64	0.14	54.28
54.05	40.00	18.00	87.14	92.33	98.54	99.89	1.82	0.25	4.32	4.00	3.06	10.46	7.39	9.85	9.99	0.18	0.04	49.29
55.84	48.89	12.00	87.14	92.33	92.20	99.49	20.00	0.70	4.47	4.89	2.04	10.46	7.39	9.22	9.95	2.00	0.11	50.51
15.00	64.44	16.00	83.57	93.67	98.05	96.82	10.91	0.85	1.20	6.44	2.72	10.03	7.49	9.80	9.68	1.09	0.13	48.59

51.43	32.22	22.00	87.14	93.00	93.17	98.60	27.27	0.90	4.11	3.22	3.74	10.46	7.44	9.32	9.86	2.73	0.14	51.01
0.00	33.33	18.00	87.14	93.67	29.76	93.65	14.55	0.90	0.00	3.33	3.06	10.46	7.49	2.98	9.37	1.45	0.14	38.27
0.00	38.89	32.00	87.14	93.33	70.24	91.39	7.27	0.75	0.00	3.89	5.44	10.46	7.47	7.02	9.14	0.73	0.11	44.26
55.84	53.33	22.00	84.29	92.33	36.10	99.48	12.73	0.75	4.47	5.33	3.74	10.11	7.39	3.61	9.95	1.27	0.11	45.98
54.67	33.33	16.00	84.29	92.67	24.88	98.45	12.73	0.00	4.37	3.33	2.72	10.11	7.41	2.49	9.85	1.27	0.00	41.56
0.00	33.33	16.00	88.57	94.67	53.66	96.82	3.64	0.65	0.00	3.33	2.72	10.63	7.57	5.37	9.68	0.36	0.10	39.76
52.78	48.89	18.00	87.14	94.00	92.68	92.10	25.45	0.50	4.22	4.89	3.06	10.46	7.52	9.27	9.21	2.55	0.08	51.25
51.43	32.22	16.00	85.71	93.33	9.76	98.78	14.55	0.60	4.11	3.22	2.72	10.29	7.47	0.98	9.88	1.45	0.09	40.21
54.67	33.33	18.00	87.14	94.67	89.27	92.65	12.73	0.90	4.37	3.33	3.06	10.46	7.57	8.93	9.27	1.27	0.14	48.40
15.00	85.56	16.00	85.71	92.33	9.76	98.82	25.45	0.75	1.20	8.56	2.72	10.29	7.39	0.98	9.88	2.55	0.11	43.66
38.18	33.33	26.00	84.29	89.33	29.27	92.30	16.36	0.85	3.05	3.33	4.42	10.11	7.15	2.93	9.23	1.64	0.13	41.99
55.84	35.56	12.00	88.57	93.33	7.32	94.35	27.27	0.65	4.47	3.56	2.04	10.63	7.47	0.73	9.44	2.73	0.10	41.15
56.41	35.56	16.00	87.14	93.67	95.12	94.77	9.09	0.85	4.51	3.56	2.72	10.46	7.49	9.51	9.48	0.91	0.13	48.76
55.84	31.11	8.00	88.57	94.67	99.51	94.75	14.55	0.85	4.47	3.11	1.36	10.63	7.57	9.95	9.48	1.45	0.13	48.15
0.00	34.44	2.00	87.14	91.33	36.59	93.65	27.27	0.75	0.00	3.44	0.34	10.46	7.31	3.66	9.37	2.73	0.11	37.41
52.78	42.22	8.00	90.00	91.00	59.02	99.70	12.73	0.95	4.22	4.22	1.36	10.80	7.28	5.90	9.97	1.27	0.14	45.17
52.78	63.33	20.00	85.71	93.67	0.00	98.72	7.27	0.75	4.22	6.33	3.40	10.29	7.49	0.00	9.87	0.73	0.11	42.45
54.05	40.00	24.00	89.29	94.00	43.90	98.75	29.09	0.95	4.32	4.00	4.08	10.71	7.52	4.39	9.88	2.91	0.14	47.96
55.84	54.44	18.00	91.43	93.67	94.15	95.28	32.73	0.75	4.47	5.44	3.06	10.97	7.49	9.41	9.53	3.27	0.11	53.76
32.00	42.22	24.00	87.14	94.00	99.51	92.70	29.09	0.05	2.56	4.22	4.08	10.46	7.52	9.95	9.27	2.91	0.01	50.98
56.96	36.67	26.00	88.57	93.33	6.83	93.55	21.82	0.85	4.56	3.67	4.42	10.63	7.47	0.68	9.36	2.18	0.13	43.09
54.67	71.11	16.00	83.43	93.00	41.46	76.47	23.64	0.55	4.37	7.11	2.72	10.01	7.44	4.15	7.65	2.36	0.08	45.90
32.00	31.11	18.00	85.71	94.00	99.02	94.35	36.36	1.00	2.56	3.11	3.06	10.29	7.52	9.90	9.44	3.64	0.15	49.66
54.67	60.00	12.00	88.57	91.33	31.71	96.53	23.64	0.50	4.37	6.00	2.04	10.63	7.31	3.17	9.65	2.36	0.08	45.61
56.41	54.44	22.00	84.00	93.00	41.46	98.95	14.55	0.60	4.51	5.44	3.74	10.08	7.44	4.15	9.90	1.45	0.09	46.80
55.84	33.33	20.00	88.57	93.33	99.51	90.01	23.64	0.10	4.47	3.33	3.40	10.63	7.47	9.95	9.00	2.36	0.02	50.63
47.69	33.33	8.00	88.57	94.00	88.29	92.18	38.18	0.75	3.82	3.33	1.36	10.63	7.52	8.83	9.22	3.82	0.11	48.64

56.96	36.67	50.00	83.57	94.67	89.27	94.36	5.45	0.85	4.56	3.67	8.50	10.03	7.57	8.93	9.44	0.55	0.13	53.36
55.26	34.44	20.00	87.14	91.33	77.07	99.51	30.91	0.55	4.42	3.44	3.40	10.46	7.31	7.71	9.95	3.09	0.08	49.86
53.42	33.33	20.00	88.57	93.67	99.02	98.01	0.00	0.80	4.27	3.33	3.40	10.63	7.49	9.90	9.80	0.00	0.12	48.95
54.67	52.22	14.00	85.71	90.67	63.41	92.15	14.55	0.85	4.37	5.22	2.38	10.29	7.25	6.34	9.22	1.45	0.13	46.65
53.42	57.78	18.00	88.57	94.00	48.78	96.53	10.91	0.90	4.27	5.78	3.06	10.63	7.52	4.88	9.65	1.09	0.14	47.02
55.84	32.22	20.00	87.14	94.67	80.98	94.76	14.55	0.60	4.47	3.22	3.40	10.46	7.57	8.10	9.48	1.45	0.09	48.24
0.00	60.00	24.00	85.71	94.00	34.15	95.31	3.64	0.65	0.00	6.00	4.08	10.29	7.52	3.41	9.53	0.36	0.10	41.29
57.50	41.11	8.00	80.00	91.33	79.51	96.92	9.09	0.60	4.60	4.11	1.36	9.60	7.31	7.95	9.69	0.91	0.09	45.62
32.00	55.56	28.00	84.29	91.33	36.59	98.01	23.64	0.65	2.56	5.56	4.76	10.11	7.31	3.66	9.80	2.36	0.10	46.22
56.41	32.22	18.00	87.14	93.33	60.98	98.82	29.09	0.65	4.51	3.22	3.06	10.46	7.47	6.10	9.88	2.91	0.10	47.71
56.41	71.11	20.00	88.57	94.67	13.66	81.24	9.09	0.80	4.51	7.11	3.40	10.63	7.57	1.37	8.12	0.91	0.12	43.74
52.11	32.22	30.00	88.57	94.00	90.24	98.78	29.09	0.55	4.17	3.22	5.10	10.63	7.52	9.02	9.88	2.91	0.08	52.53
56.41	38.89	36.00	87.14	93.33	34.15	98.26	3.64	0.20	4.51	3.89	6.12	10.46	7.47	3.41	9.83	0.36	0.03	46.08
52.78	55.56	14.00	87.14	92.67	59.51	99.70	14.55	0.75	4.22	5.56	2.38	10.46	7.41	5.95	9.97	1.45	0.11	47.52
55.84	32.22	4.00	84.14	94.00	9.76	93.82	16.36	0.10	4.47	3.22	0.68	10.10	7.52	0.98	9.38	1.64	0.02	38.00
57.50	20.00	26.00	87.14	94.00	7.32	89.90	7.27	0.70	4.60	2.00	4.42	10.46	7.52	0.73	8.99	0.73	0.11	39.55
56.41	34.44	20.00	88.57	94.00	59.02	99.70	29.09	0.60	4.51	3.44	3.40	10.63	7.52	5.90	9.97	2.91	0.09	48.38
54.67	34.44	24.00	88.57	94.67	17.07	95.41	16.36	0.70	4.37	3.44	4.08	10.63	7.57	1.71	9.54	1.64	0.11	43.09
0.00	33.33	20.00	85.71	90.67	29.27	99.60	14.55	0.55	0.00	3.33	3.40	10.29	7.25	2.93	9.96	1.45	0.08	38.70
54.05	38.89	34.00	84.29	93.67	29.27	99.48	30.91	0.95	4.32	3.89	5.78	10.11	7.49	2.93	9.95	3.09	0.14	47.71
54.67	46.67	24.00	88.57	92.33	89.27	78.60	12.73	0.60	4.37	4.67	4.08	10.63	7.39	8.93	7.86	1.27	0.09	49.28
54.67	31.11	30.00	84.29	89.33	75.61	95.37	10.91	0.70	4.37	3.11	5.10	10.11	7.15	7.56	9.54	1.09	0.11	48.14
32.00	40.00	26.00	90.00	94.00	26.83	98.23	27.27	0.95	2.56	4.00	4.42	10.80	7.52	2.68	9.82	2.73	0.14	44.68
56.96	32.22	22.00	80.00	93.67	95.61	98.59	18.18	0.30	4.56	3.22	3.74	9.60	7.49	9.56	9.86	1.82	0.05	49.90
54.67	36.67	14.00	90.00	94.67	95.61	98.37	9.09	0.85	4.37	3.67	2.38	10.80	7.57	9.56	9.84	0.91	0.13	49.23
0.00	45.56	4.00	88.57	94.00	95.61	98.35	14.55	0.55	0.00	4.56	0.68	10.63	7.52	9.56	9.84	1.45	0.08	44.32
24.44	36.67	12.00	88.57	94.00	39.02	94.35	12.73	0.50	1.96	3.67	2.04	10.63	7.52	3.90	9.44	1.27	0.08	40.50

55.84	58.89	20.00	90.00	93.00	36.59	92.15	12.73	0.65	4.47	5.89	3.40	10.80	7.44	3.66	9.22	1.27	0.10	46.24
55.26	34.44	20.00	85.71	94.00	39.02	67.59	3.64	0.90	4.42	3.44	3.40	10.29	7.52	3.90	6.76	0.36	0.14	40.23
0.00	31.11	22.00	85.71	93.00	90.24	95.37	3.64	0.60	0.00	3.11	3.74	10.29	7.44	9.02	9.54	0.36	0.09	43.59
52.78	36.67	28.00	87.14	93.67	93.17	94.80	10.91	0.90	4.22	3.67	4.76	10.46	7.49	9.32	9.48	1.09	0.14	50.62
52.11	37.78	30.00	82.86	74.00	98.54	65.25	30.91	0.65	4.17	3.78	5.10	9.94	5.92	9.85	6.53	3.09	0.10	48.48
55.84	48.89	8.00	85.71	92.67	79.51	96.40	5.45	0.85	4.47	4.89	1.36	10.29	7.41	7.95	9.64	0.55	0.13	46.68
54.67	36.67	26.00	85.71	89.33	58.05	96.98	18.18	0.60	4.37	3.67	4.42	10.29	7.15	5.80	9.70	1.82	0.09	47.30
52.78	32.22	24.00	88.57	94.33	53.66	97.18	5.45	0.80	4.22	3.22	4.08	10.63	7.55	5.37	9.72	0.55	0.12	45.45
54.67	54.44	16.00	84.29	93.67	2.44	98.85	5.45	0.75	4.37	5.44	2.72	10.11	7.49	0.24	9.89	0.55	0.11	40.93
55.26	31.11	16.00	85.71	93.67	9.76	93.60	9.09	0.90	4.42	3.11	2.72	10.29	7.49	0.98	9.36	0.91	0.14	39.41
0.00	31.11	20.00	84.29	92.33	75.61	96.40	18.18	0.75	0.00	3.11	3.40	10.11	7.39	7.56	9.64	1.82	0.11	43.14
54.67	40.00	26.00	84.29	94.00	92.68	99.51	9.09	0.90	4.37	4.00	4.42	10.11	7.52	9.27	9.95	0.91	0.14	50.69
53.42	57.78	18.00	91.43	93.67	94.63	78.56	0.00	0.50	4.27	5.78	3.06	10.97	7.49	9.46	7.86	0.00	0.08	48.97
53.42	41.11	8.00	85.71	93.67	79.02	98.59	29.09	0.70	4.27	4.11	1.36	10.29	7.49	7.90	9.86	2.91	0.11	48.30
55.84	33.33	24.00	87.14	92.33	79.51	96.85	5.45	0.90	4.47	3.33	4.08	10.46	7.39	7.95	9.69	0.55	0.14	48.04
55.84	41.11	30.00	84.29	94.00	98.54	94.55	36.36	0.55	4.47	4.11	5.10	10.11	7.52	9.85	9.46	3.64	0.08	54.34
55.84	38.89	28.00	85.71	93.67	41.46	98.71	14.55	0.00	4.47	3.89	4.76	10.29	7.49	4.15	9.87	1.45	0.00	46.37
54.67	36.67	14.00	87.14	93.00	43.90	99.89	29.09	0.75	4.37	3.67	2.38	10.46	7.44	4.39	9.99	2.91	0.11	45.72
55.84	46.67	32.00	84.29	93.33	39.02	94.70	21.82	0.65	4.47	4.67	5.44	10.11	7.47	3.90	9.47	2.18	0.10	47.81
52.78	42.22	22.00	82.86	93.67	36.59	98.23	25.45	0.75	4.22	4.22	3.74	9.94	7.49	3.66	9.82	2.55	0.11	45.76
55.84	38.89	20.00	85.71	93.67	61.46	97.18	18.18	0.75	4.47	3.89	3.40	10.29	7.49	6.15	9.72	1.82	0.11	47.33
52.78	32.22	20.00	87.14	92.33	43.90	92.15	25.45	0.55	4.22	3.22	3.40	10.46	7.39	4.39	9.22	2.55	0.08	44.92
55.84	31.11	16.00	84.29	94.00	39.02	95.41	18.18	0.50	4.47	3.11	2.72	10.11	7.52	3.90	9.54	1.82	0.08	43.27
57.50	33.33	18.00	90.00	93.67	29.27	97.78	25.45	0.75	4.60	3.33	3.06	10.80	7.49	2.93	9.78	2.55	0.11	44.65
54.67	43.33	32.00	84.29	93.00	99.51	98.79	16.36	0.85	4.37	4.33	5.44	10.11	7.44	9.95	9.88	1.64	0.13	53.30
54.67	31.11	24.00	84.00	93.33	26.83	75.72	32.73	0.85	4.37	3.11	4.08	10.08	7.47	2.68	7.57	3.27	0.13	42.77
24.44	32.22	26.00	83.71	92.33	29.27	81.25	10.91	0.85	1.96	3.22	4.42	10.05	7.39	2.93	8.13	1.09	0.13	39.30

54.67	32.22	4.00	81.43	94.00	94.63	98.82	14.55	0.85	4.37	3.22	0.68	9.77	7.52	9.46	9.88	1.45	0.13	46.49
52.78	34.44	26.00	87.14	93.33	24.39	98.60	5.45	0.85	4.22	3.44	4.42	10.46	7.47	2.44	9.86	0.55	0.13	42.98
38.18	35.56	4.00	88.57	92.33	3.41	98.68	5.45	0.80	3.05	3.56	0.68	10.63	7.39	0.34	9.87	0.55	0.12	36.18

Tabla 17

Estadística descriptiva de los valores de ICA correspondientes al mes de marzo.

ICA	
Media	46,28
Error típico	0,41
Mediana	46,74
Moda	#N/A
Desviación estándar	4,07
Varianza de la muestra	16,55
Curtosis	-0,30
Coeficiente de asimetría	-0,30
Rango	18,16
Mínimo	36,18
Máximo	54,34
Suma	4627,51
Cuenta	100,00

De acuerdo con la tabla número 17, correspondiente al mes de febrero, se define que:

Las medidas de tendencia central más representativa del conjunto de datos son de 46.28 para la media aritmética y 46.74 para la mediana. Esto sugiere que la distribución de datos es relativamente simétrica al encontrarse muy cercanos.

- Las medidas de dispersión indican que presenta una variabilidad moderadamente baja entorno a la media con un valor de desviación estándar de 4.07. De igual manera presenta una diferencia en el rango de 18.16 puntos.
- Centralidad: Los valores se centraron de manera fiable alrededor de 46.
- Variabilidad: La consistencia en las mediciones fue alta (baja desviación estándar), lo que indica que las condiciones de mala calidad fueron persistentes durante todo el mes, no eventos aislados.
- Distribución: Los datos se distribuyeron de manera muy simétrica y ligeramente aplanada, sin valores atípicos extremos que pudieran haber sesgado el resultado.
- Confianza: Con un nivel de confianza del 95%, podemos afirmar que la verdadera media del ICA para el mes se encuentra en un intervalo muy estrecho alrededor de 46.22 (aproximadamente 46.28 ± 0.81).

La tabla 18, muestra los índices de correlación entre cada uno de los parámetros del ICA-NFS. Donde se puede observar que existen relaciones directas e inversas. Durante el mes de marzo se presentaron los siguientes resultados de cada uno de los parámetros frente al índice de calidad de agua:

- Con el oxígeno disuelto presenta una relación positiva en un rango de moderada a fuerte, lo que implica que, a mayor cantidad de oxígeno disuelto, mejor calidad de agua.
- Con respecto a la variable Temperatura, se demuestra que no es un factor muy relevante debido a su débil relación positiva.
- Frente a la turbidez presenta una fuerte correlación negativa, debido a que a mayor turbidez menor calidad de agua.
- Durante el mes de marzo los datos recolectados de pH representan una correlación positiva débil, al igual que la variable de Sólidos Suspendidos Totales.
- Los Fosfatos son un índice crítico puesto que se presenta con una correlación muy alta y de manera inversa lo que sugiere que estos son contaminantes influyentes para la determinación del ICA-NFS
- Los nitratos muestran una correlación negativa de carácter moderada lo que lo asocia que un aumento de nitratos proporciona un índice de calidad menor.
- La demanda bioquímica de oxígeno es un indicador importante, sin embargo, durante este mes muestra una correlación débil negativa, lo que podría deberse a que existen otros factores predominantes para definir el ICA.
- Coliformes fecales presenta una correlación moderada inversa, definiendo que a mayor cantidad de coliformes fecales, menor será la calidad agua.

Tabla 18

Tabla de índices de correlación, mes de marzo.

	Trbdz	Tmp	OD	PH	SST	FSFT	NTRT	ODB	CF
Trbdz	1								
Tmp	-0.046	1							
OD	0.083	-0.156	1						
PH	0.005	-0.022	0.143	1					
SST	-0.012	0.018	0.073	0.219	1				
Fsft	-0.050	0.078	-0.033	0.017	-0.068	1			
Ntrt	0.039	0.049	0.067	0.036	0.360	0.012	1		
DBO5	-0.069	0.046	0.003	-0.008	-0.133	0.061	0.003	1	
CF	-0.041	0.037	0.046	-0.110	-0.020	-0.040	0.007	0.020	1
ICA	0.402	0.127	0.343	-0.049	-0.006	-0.795	-0.139	-0.283	0.054

La tabla 19 presenta un promedio del índice de calidad de agua en cada uno de los estadios de las larvas de camarón correspondientes a la corrida del mes de febrero, donde se puede apreciar que el menor ICA se produjo en la etapa de transición entre los estadios PL1 y PL3 donde se registra una tasa de supervivencia del 95.06% siendo esta la segunda más baja.

Tabla 19

Promedio de ICA de acuerdo con cada etapa de desarrollo y tasa de supervivencia del mes de marzo

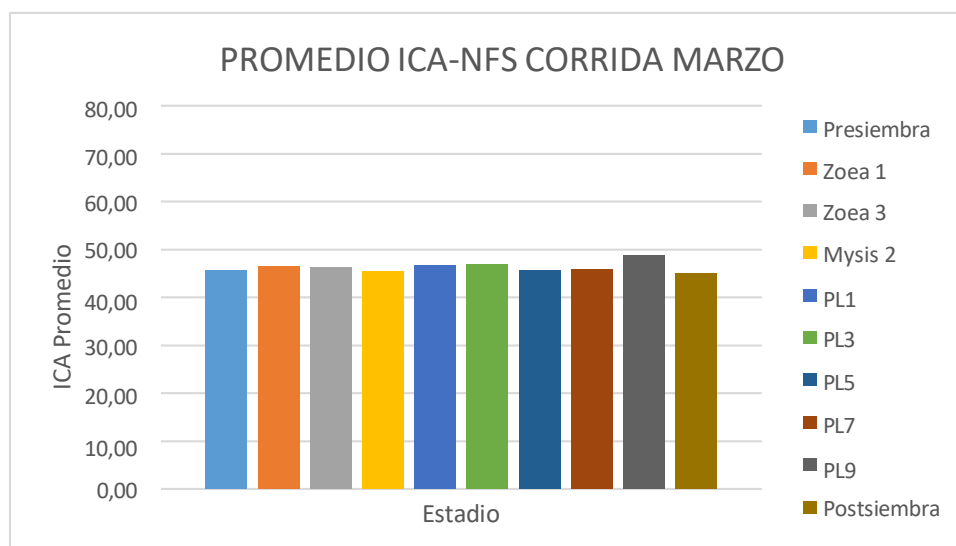
CORRIDA MARZO		
ETAPA	Ica Prom	Tasa de Supervivencia
Zoea 1	47.99	98.21%
Zoea 3	44.49	94.62%
Mysis 2	46.20	96.59%
PL1	48.14	95.29%
PL3	45.53	95.06%
PL5	45.55	97.40%
PL7	44.89	98.67%
PL9	47.91	98.65%

La figura muestra un gráfico de barras que representa el promedio ICA en cada uno

de los estadios de la larva de camarón siendo la etapa ZOE3 donde se muestra un índice de calidad más bajo durante el proceso de siembra con un valor de 44.49

Figura 3

Promedio ICA por estadio durante el mes de marzo



Para finalizar el análisis del mes de marzo se realiza el índice de correlación entre la calidad de agua según la norma NFS y la tasa de supervivencia de las larvas de camarón corresponden a un 0.608 lo que significa que la relación es moderadamente fuerte, indicando que, a mayor calidad de agua, mayor tasa de supervivencia de se obtiene, como se muestra en la tabla 20.

Tabla 20

Índice de correlación ICA / Tasa de supervivencia, correspondiente al mes de marzo

	<i>Ica Prom</i>	<i>% Supervivencia</i>
<i>Ica Prom</i>	1	
<i>% Supervivencia</i>	0.60823	1

La tabla 21 muestran los índices de cada uno de los parámetros y su respectivo valor en peso, para determinar el valor del ICA-NFS que se ven representadas en las tablas.

Tabla 21

Valores de subíndices y peso de cada parámetro para el ICA- NFS, correspondientes al mes de abril

SUBINDICE DE PARÁMETRO									Peso de cada parámetro									ICA
QI Trbdz	QI Tmp	QI OD	QI PH	QI SST	QI FSFT	QI NTRT	QI ODB	QI CF	Trbdz	Tmp	OD	PH	SST	FSFT	NTRT	ODB	CF	
54.67	64.44	6.00	90.00	91.33	26.83	76.47	25.45	0.65	4.37	6.44	1.02	10.80	7.31	2.68	7.65	2.55	0.10	42.92
56.41	34.44	26.00	85.71	94.00	99.51	94.70	12.73	0.60	4.51	3.44	4.42	10.29	7.52	9.95	9.47	1.27	0.09	50.97
56.41	40.00	30.00	83.71	94.00	70.24	92.15	10.91	0.80	4.51	4.00	5.10	10.05	7.52	7.02	9.22	1.09	0.12	48.63
56.41	34.44	32.00	87.14	93.00	53.66	99.89	14.55	0.75	4.51	3.44	5.44	10.46	7.44	5.37	9.99	1.45	0.11	48.22
15.00	36.67	18.00	83.57	93.67	24.39	93.82	9.09	0.75	1.20	3.67	3.06	10.03	7.49	2.44	9.38	0.91	0.11	38.29
53.42	40.00	36.00	82.86	91.33	92.68	98.68	16.36	0.85	4.27	4.00	6.12	9.94	7.31	9.27	9.87	1.64	0.13	52.54
54.05	46.67	20.00	88.57	92.67	48.78	96.97	7.27	0.90	4.32	4.67	3.40	10.63	7.41	4.88	9.70	0.73	0.14	45.87
52.11	38.89	26.00	87.14	93.67	60.00	78.60	5.45	0.55	4.17	3.89	4.42	10.46	7.49	6.00	7.86	0.55	0.08	44.92
0.00	32.22	4.00	88.57	94.00	59.02	94.55	5.45	0.50	0.00	3.22	0.68	10.63	7.52	5.90	9.46	0.55	0.08	38.03
55.84	60.00	30.00	87.14	92.67	26.83	94.39	7.27	0.00	4.47	6.00	5.10	10.46	7.41	2.68	9.44	0.73	0.00	46.29
55.84	32.22	16.00	84.29	91.33	99.51	95.41	27.27	0.70	4.47	3.22	2.72	10.11	7.31	9.95	9.54	2.73	0.11	50.16
0.00	85.56	12.00	85.71	93.67	36.59	92.18	9.09	0.60	0.00	8.56	2.04	10.29	7.49	3.66	9.22	0.91	0.09	42.25
52.78	33.33	24.00	87.14	94.00	92.68	96.53	36.36	0.85	4.22	3.33	4.08	10.46	7.52	9.27	9.65	3.64	0.13	52.30
54.67	57.78	6.00	83.43	89.33	90.24	98.82	18.18	0.85	4.37	5.78	1.02	10.01	7.15	9.02	9.88	1.82	0.13	49.18
52.78	33.33	4.00	87.14	94.00	36.10	98.45	18.18	0.60	4.22	3.33	0.68	10.46	7.52	3.61	9.85	1.82	0.09	41.58
24.44	32.22	24.00	87.14	93.00	89.27	65.25	9.09	0.95	1.96	3.22	4.08	10.46	7.44	8.93	6.53	0.91	0.14	43.66

55.26	37.78	4.00	84.29	93.67	36.59	96.82	14.55	0.10	4.42	3.78	0.68	10.11	7.49	3.66	9.68	1.45	0.02	41.30
53.42	33.33	8.00	85.71	92.33	99.02	92.70	9.09	0.85	4.27	3.33	1.36	10.29	7.39	9.90	9.27	0.91	0.13	46.85
55.84	41.11	4.00	88.57	94.67	97.07	98.78	9.09	0.55	4.47	4.11	0.68	10.63	7.57	9.71	9.88	0.91	0.08	48.04
54.67	53.33	16.00	88.57	93.67	58.54	98.82	29.09	0.90	4.37	5.33	2.72	10.63	7.49	5.85	9.88	2.91	0.14	49.33
54.67	33.33	26.00	85.71	94.00	9.76	75.72	21.82	0.90	4.37	3.33	4.42	10.29	7.52	0.98	7.57	2.18	0.14	40.80
55.84	32.22	32.00	91.43	93.33	41.46	98.26	36.36	0.80	4.47	3.22	5.44	10.97	7.47	4.15	9.83	3.64	0.12	49.30
0.00	42.22	8.00	87.14	92.33	98.05	81.24	20.00	0.75	0.00	4.22	1.36	10.46	7.39	9.80	8.12	2.00	0.11	43.47
32.00	20.00	24.00	85.71	93.67	79.51	93.65	18.18	0.90	2.56	2.00	4.08	10.29	7.49	7.95	9.37	1.82	0.14	45.69
55.84	60.00	12.00	84.29	92.67	75.61	67.59	16.36	0.85	4.47	6.00	2.04	10.11	7.41	7.56	6.76	1.64	0.13	46.12
54.67	35.56	20.00	84.29	93.33	31.71	94.35	9.09	0.50	4.37	3.56	3.40	10.11	7.47	3.17	9.44	0.91	0.08	42.50
52.78	42.22	24.00	84.29	93.00	39.02	98.59	12.73	0.90	4.22	4.22	4.08	10.11	7.44	3.90	9.86	1.27	0.14	45.25
51.43	36.67	20.00	88.57	92.33	92.20	96.85	14.55	0.85	4.11	3.67	3.40	10.63	7.39	9.22	9.69	1.45	0.13	49.68
57.50	36.67	28.00	87.14	93.67	59.51	92.18	10.91	0.20	4.60	3.67	4.76	10.46	7.49	5.95	9.22	1.09	0.03	47.27
56.41	54.44	22.00	84.00	92.00	90.24	99.89	12.73	0.70	4.51	5.44	3.74	10.08	7.36	9.02	9.99	1.27	0.11	51.53
32.00	31.11	40.00	85.71	93.67	61.46	80.76	5.45	0.95	2.56	3.11	6.80	10.29	7.49	6.15	8.08	0.55	0.14	45.16
52.78	38.89	8.00	84.14	92.33	9.76	98.78	29.09	0.95	4.22	3.89	1.36	10.10	7.39	0.98	9.88	2.91	0.14	40.86
24.44	45.56	28.00	90.00	94.67	9.76	94.76	14.55	0.95	1.96	4.56	4.76	10.80	7.57	0.98	9.48	1.45	0.14	41.69
54.05	34.44	16.00	90.00	93.33	36.59	98.71	12.73	0.10	4.32	3.44	2.72	10.80	7.47	3.66	9.87	1.27	0.02	43.57
54.67	66.67	30.00	87.14	89.33	13.66	94.80	25.45	0.90	4.37	6.67	5.10	10.46	7.15	1.37	9.48	2.55	0.14	47.27
56.96	38.89	20.00	88.57	93.33	92.20	98.37	23.64	0.00	4.56	3.89	3.40	10.63	7.47	9.22	9.84	2.36	0.00	51.36
55.84	48.89	18.00	85.71	93.33	9.76	98.23	30.91	0.85	4.47	4.89	3.06	10.29	7.47	0.98	9.82	3.09	0.13	44.19
0.00	33.33	18.00	87.14	92.33	29.27	92.15	30.91	0.60	0.00	3.33	3.06	10.46	7.39	2.93	9.22	3.09	0.09	39.56
56.96	31.11	8.00	84.29	91.00	94.63	98.60	14.55	0.75	4.56	3.11	1.36	10.11	7.28	9.46	9.86	1.45	0.11	47.31
55.84	55.56	22.00	88.57	93.67	95.61	93.65	25.45	0.90	4.47	5.56	3.74	10.63	7.49	9.56	9.37	2.55	0.14	53.49
51.43	38.89	12.00	80.00	94.67	89.27	94.75	29.09	0.85	4.11	3.89	2.04	9.60	7.57	8.93	9.48	2.91	0.13	48.65
54.67	48.89	20.00	85.71	94.00	77.07	95.37	27.27	0.55	4.37	4.89	3.40	10.29	7.52	7.71	9.54	2.73	0.08	50.52
55.84	35.56	18.00	83.29	93.33	48.78	95.28	14.55	0.65	4.47	3.56	3.06	9.99	7.47	4.88	9.53	1.45	0.10	44.50

54.67	85.56	20.00	85.71	93.67	92.68	92.30	9.09	0.75	4.37	8.56	3.40	10.29	7.49	9.27	9.23	0.91	0.11	53.63
56.41	31.11	18.00	87.14	93.67	41.46	90.01	12.73	0.85	4.51	3.11	3.06	10.46	7.49	4.15	9.00	1.27	0.13	43.18
53.42	33.33	26.00	84.29	93.00	34.15	96.82	29.09	0.80	4.27	3.33	4.42	10.11	7.44	3.41	9.68	2.91	0.12	45.71
54.67	34.44	24.00	84.00	90.67	96.10	98.79	9.09	0.65	4.37	3.44	4.08	10.08	7.25	9.61	9.88	0.91	0.10	49.73
47.69	31.11	24.00	84.29	93.33	29.27	94.35	10.91	0.70	3.82	3.11	4.08	10.11	7.47	2.93	9.44	1.09	0.11	42.15
54.67	45.56	4.00	87.14	94.67	39.02	98.23	32.73	0.80	4.37	4.56	0.68	10.46	7.57	3.90	9.82	3.27	0.12	44.76
54.67	38.89	14.00	88.57	93.67	57.07	95.41	5.45	0.75	4.37	3.89	2.38	10.63	7.49	5.71	9.54	0.55	0.11	44.67
52.11	41.11	18.00	84.29	92.33	88.29	94.35	1.82	0.50	4.17	4.11	3.06	10.11	7.39	8.83	9.44	0.18	0.08	47.36
0.00	46.67	18.00	87.14	94.00	29.76	95.42	3.64	0.60	0.00	4.67	3.06	10.46	7.52	2.98	9.54	0.36	0.09	38.68
55.26	43.33	20.00	88.57	94.67	79.02	98.60	16.36	0.65	4.42	4.33	3.40	10.63	7.57	7.90	9.86	1.64	0.10	49.85
55.84	32.22	26.00	87.14	94.67	99.51	81.25	16.36	0.90	4.47	3.22	4.42	10.46	7.57	9.95	8.13	1.64	0.14	49.99
32.00	32.22	16.00	85.71	94.00	79.51	96.96	38.18	0.60	2.56	3.22	2.72	10.29	7.52	7.95	9.70	3.82	0.09	47.86
0.00	71.11	14.00	87.14	94.00	93.17	92.65	29.09	0.10	0.00	7.11	2.38	10.46	7.52	9.32	9.27	2.91	0.02	48.97
54.67	40.00	20.00	80.00	93.00	34.15	97.18	9.09	0.50	4.37	4.00	3.40	9.60	7.44	3.41	9.72	0.91	0.08	42.93
56.41	54.44	22.00	85.71	93.33	39.02	96.40	25.45	0.25	4.51	5.44	3.74	10.29	7.47	3.90	9.64	2.55	0.04	47.58
54.67	34.44	26.00	82.86	93.00	95.61	98.45	0.00	0.90	4.37	3.44	4.42	9.94	7.44	9.56	9.85	0.00	0.14	49.16
57.50	34.44	32.00	85.71	92.33	36.59	98.01	27.27	0.90	4.60	3.44	5.44	10.29	7.39	3.66	9.80	2.73	0.14	47.48
55.26	54.44	26.00	87.14	93.67	79.02	98.82	7.27	0.90	4.42	5.44	4.42	10.46	7.49	7.90	9.88	0.73	0.14	50.88
55.84	33.33	22.00	85.71	94.00	3.41	96.98	21.82	0.70	4.47	3.33	3.74	10.29	7.52	0.34	9.70	2.18	0.11	41.67
55.84	31.11	16.00	84.29	90.67	59.02	95.37	29.09	0.75	4.47	3.11	2.72	10.11	7.25	5.90	9.54	2.91	0.11	46.13
0.00	31.11	16.00	85.71	93.00	80.98	99.60	10.91	0.60	0.00	3.11	2.72	10.29	7.44	8.10	9.96	1.09	0.09	42.80
0.00	33.33	18.00	88.57	92.33	89.27	98.95	5.45	0.75	0.00	3.33	3.06	10.63	7.39	8.93	9.90	0.55	0.11	43.89
54.67	58.89	20.00	84.29	93.67	79.51	93.60	14.55	0.70	4.37	5.89	3.40	10.11	7.49	7.95	9.36	1.45	0.11	50.14
15.00	54.44	20.00	87.14	94.67	99.51	71.29	10.91	0.85	1.20	5.44	3.40	10.46	7.57	9.95	7.13	1.09	0.13	46.37
52.78	63.33	16.00	84.14	93.67	97.02	96.92	7.27	0.75	4.22	6.33	2.72	10.10	7.49	9.70	9.69	0.73	0.11	51.10
55.26	36.67	12.00	87.14	94.67	29.27	96.53	14.55	0.75	4.42	3.67	2.04	10.46	7.57	2.93	9.65	1.45	0.11	42.31
51.43	40.00	20.00	87.14	93.67	2.44	98.68	3.64	0.65	4.11	4.00	3.40	10.46	7.49	0.24	9.87	0.36	0.10	40.04

54.67	32.22	18.00	88.57	91.33	43.90	89.90	12.73	0.75	4.37	3.22	3.06	10.63	7.31	4.39	8.99	1.27	0.11	43.36
54.67	52.22	30.00	88.57	93.00	0.00	93.60	5.45	0.80	4.37	5.22	5.10	10.63	7.44	0.00	9.36	0.55	0.12	42.79
54.67	57.78	20.00	84.29	94.00	7.32	98.72	36.36	0.75	4.37	5.78	3.40	10.11	7.52	0.73	9.87	3.64	0.11	45.54
53.42	55.56	24.00	88.57	93.33	41.46	94.77	9.09	0.85	4.27	5.56	4.08	10.63	7.47	4.15	9.48	0.91	0.13	46.66
55.84	32.22	26.00	81.43	92.67	58.05	92.15	9.09	0.55	4.47	3.22	4.42	9.77	7.41	5.80	9.22	0.91	0.08	45.31
54.05	31.11	36.00	88.57	93.33	43.90	92.10	5.45	0.60	4.32	3.11	6.12	10.63	7.47	4.39	9.21	0.55	0.09	45.89
56.41	32.22	14.00	91.43	93.00	99.02	97.78	23.64	0.70	4.51	3.22	2.38	10.97	7.44	9.90	9.78	2.36	0.11	50.68
38.18	33.33	18.00	84.29	94.67	61.46	98.59	18.18	0.75	3.05	3.33	3.06	10.11	7.57	6.15	9.86	1.82	0.11	45.07
54.67	48.89	26.00	88.57	93.00	98.54	94.36	23.64	0.85	4.37	4.89	4.42	10.63	7.44	9.85	9.44	2.36	0.13	53.53
0.00	28.89	22.00	87.14	94.67	29.27	91.39	25.45	0.90	0.00	2.89	3.74	10.46	7.57	2.93	9.14	2.55	0.14	39.41
56.41	71.11	36.00	88.57	94.00	39.02	99.70	10.91	0.60	4.51	7.11	6.12	10.63	7.52	3.90	9.97	1.09	0.09	50.95
38.18	32.22	20.00	87.14	93.00	53.66	98.01	3.64	0.75	3.05	3.22	3.40	10.46	7.44	5.37	9.80	0.36	0.11	43.22
52.78	40.00	8.00	88.57	93.33	98.54	97.75	29.09	0.70	4.22	4.00	1.36	10.63	7.47	9.85	9.78	2.91	0.11	50.32
55.84	33.33	30.00	89.29	94.00	99.51	99.51	0.00	0.50	4.47	3.33	5.10	10.71	7.52	9.95	9.95	0.00	0.08	51.11
56.41	41.11	22.00	87.14	74.00	99.51	98.35	30.91	0.70	4.51	4.11	3.74	10.46	5.92	9.95	9.84	3.09	0.11	51.72
55.84	33.33	26.00	88.57	94.00	24.88	99.51	9.09	0.05	4.47	3.33	4.42	10.63	7.52	2.49	9.95	0.91	0.01	43.72
55.84	33.33	50.00	83.57	92.67	94.63	99.48	10.91	0.55	4.47	3.33	8.50	10.03	7.41	9.46	9.95	1.09	0.08	54.33
51.43	32.22	26.00	83.43	94.00	43.90	95.41	23.64	0.90	4.11	3.22	4.42	10.01	7.52	4.39	9.54	2.36	0.14	45.72
54.67	31.11	8.00	88.57	93.67	95.12	98.59	3.64	0.85	4.37	3.11	1.36	10.63	7.49	9.51	9.86	0.36	0.13	46.83
57.50	35.56	24.00	88.57	94.00	75.61	99.48	12.73	0.55	4.60	3.56	4.08	10.63	7.52	7.56	9.95	1.27	0.08	49.25
55.84	36.67	16.00	88.57	91.33	80.98	99.90	18.18	0.95	4.47	3.67	2.72	10.63	7.31	8.10	9.99	1.82	0.14	48.84
56.96	32.22	16.00	90.00	93.67	63.41	99.70	14.55	0.90	4.56	3.22	2.72	10.80	7.49	6.34	9.97	1.45	0.14	46.69
52.78	38.89	34.00	85.71	92.33	93.17	99.60	32.73	0.65	4.22	3.89	5.78	10.29	7.39	9.32	9.96	3.27	0.10	54.21
32.00	36.67	28.00	85.71	92.00	29.27	99.70	14.55	0.85	2.56	3.67	4.76	10.29	7.36	2.93	9.97	1.45	0.13	43.11
55.84	42.22	2.00	87.14	92.33	7.32	93.55	18.18	0.15	4.47	4.22	0.34	10.46	7.39	0.73	9.36	1.82	0.02	38.80
52.78	34.44	22.00	88.57	93.67	43.90	97.18	14.55	0.25	4.22	3.44	3.74	10.63	7.49	4.39	9.72	1.45	0.04	45.13
0.00	33.33	14.00	84.29	94.00	17.07	96.40	14.55	0.65	0.00	3.33	2.38	10.11	7.52	1.71	9.64	1.45	0.10	36.25

51.43	46.67	22.00	88.57	89.33	60.98	98.75	25.45	0.85	4.11	4.67	3.74	10.63	7.15	6.10	9.88	2.55	0.13	48.94
52.78	31.11	14.00	87.14	92.33	6.83	78.56	23.64	0.70	4.22	3.11	2.38	10.46	7.39	0.68	7.86	2.36	0.11	38.56
52.78	33.33	16.00	85.71	94.33	95.61	98.85	27.27	0.65	4.22	3.33	2.72	10.29	7.55	9.56	9.89	2.73	0.10	50.38

Tabla 22

Estadística descriptiva de los valores de ICA correspondientes al mes de abril.

<i>ICA</i>	
Media	46,26
Error típico	0,41
Mediana	46,21
Moda	#N/A
Desviación estándar	4,13
Varianza de la muestra	17,08
Curtosis	-0,60
Coefficiente de asimetría	-0,17
Rango	18,08
Mínimo	36,25
Máximo	54,33
Suma	4626,34
Cuenta	100,00

De acuerdo con la tabla número 22, correspondiente al mes de febrero, se define que:

- Las medidas de tendencia central más representativa del conjunto de datos son de 46.26 para la media aritmética y 46.21 para la mediana. Esto sugiere que la distribución de datos es relativamente simétrica al encontrarse muy cercanos.

- Las medidas de dispersión indican que presenta una variabilidad moderadamente baja entorno a la media con un valor de desviación estándar de 4.13. De igual manera presenta una diferencia en el rango de 18.08 puntos.
- Centralidad: Los valores se centraron de manera fiable alrededor de 46.
- Variabilidad: La consistencia en las mediciones fue alta (baja desviación estándar), lo que indica que las condiciones de mala calidad fueron persistentes durante todo el mes, no eventos aislados.
- Distribución: Los datos se distribuyeron de manera muy simétrica y ligeramente aplanada, sin valores atípicos extremos que pudieran haber sesgado el resultado.
- Confianza: Con un nivel de confianza del 95%, podemos afirmar que la verdadera media del ICA para el mes se encuentra en un intervalo muy estrecho alrededor de 46.22 (aproximadamente 46.26 ± 0.80).

La tabla 23, muestra los índices de correlación entre cada uno de los parámetros del ICA-NFS. Donde se puede observar que existen relaciones directas e inversas. Durante el mes de abril se presentaron los siguientes resultados de cada uno de los parámetros frente al índice de calidad de agua:

- Con el oxígeno disuelto presenta una relación positiva en un rango de moderada a fuerte, lo que implica que, a mayor cantidad de oxígeno disuelto, mejor calidad de agua.
- Con respecto a la variable Temperatura, se demuestra que no es un factor muy relevante debido a su débil relación positiva.
- Frente a la turbidez presenta una fuerte correlación positiva, en este caso este resultado informa que la relación no es lineal, y que existe otros parámetros

con mayor relevancia que hacen que generen estas lecturas.

- Durante el mes de abril los datos recolectados de pH representan una correlación positiva débil, al igual que la variable de Sólidos Suspendidos Totales
- Los Fosfatos son un índice crítico puesto que se presenta con una correlación muy alta y de manera inversa lo que sugiere que estos son contaminantes influyentes para la determinación del ICA-NFS
- Los nitratos muestran una correlación negativa de carácter moderada lo que lo asocia que un aumento de nitratos proporciona un índice de calidad menor.
- La demanda bioquímica de oxígeno es un indicador importante, sin embargo, durante este mes muestra una correlación débil negativa, lo que podría deberse a que existen otros factores predominantes para definir el ICA.
- Coliformes fecales presenta una correlación extremadamente débil casi nula.

Tabla 23

Tabla de índices de correlación, mes de abril.

	Trbdz	Tmp	OD	PH	SST	FSFT	NTRT	ODB	CF
Trbdz	1								
Tmp	-0.008	1							
OD	0.159	-0.061	1						
PH	0.035	-0.029	0.037	1					
SST	0.126	0.031	0.016	0.029	1				
Fsft	-0.048	0.028	0.015	-0.032	-0.140	1			
Ntrt	-0.195	0.087	-0.024	-0.013	-0.074	0.010	1		
DBO5	-0.084	-0.016	0.131	0.005	-0.169	-0.045	0.076	1	
CF	-0.006	-0.059	0.097	0.078	0.069	-0.093	0.153	-0.116	1
ICA	0.478	0.238	0.353	-0.025	0.171	-0.743	-0.238	-0.188	0.086142671

La tabla 24 presenta un promedio del índice de calidad de agua en cada uno de los estadios de las larvas de camarón correspondientes a la corrida del mes de febrero, donde se puede apreciar que el menor ICA se produjo en la etapa de transición entre los estadios PL1 y PL3 donde se registra una tasa de supervivencia del 95.06% siendo esta la segunda más baja.

Tabla 24

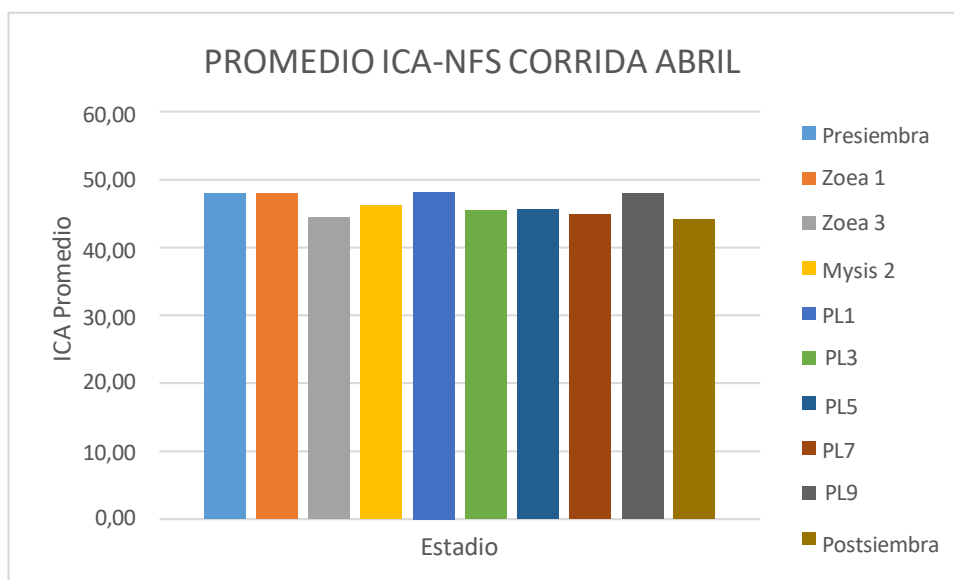
Promedio de ICA de acuerdo con cada etapa de desarrollo y tasa de supervivencia del mes de abril

CORRIDA ABRIL		
ETAPA	Ica Prom	Tasa de Supervivencia
Zoea 1	46.46	98.77%
Zoea 3	46.16	96.23%
Mysis 2	45.45	98.04%
PL1	46.75	97.00%
PL3	46.99	96.91%
PL5	45.53	96.81%
PL7	45.82	96.70%
PL9	48.72	97.73%

La figura muestra un gráfico de barras que representa el promedio ICA en cada uno de los estadios de la larva de camarón siendo la etapa PL3 donde se muestra un índice de calidad más bajo durante el proceso de siembra con un valor de 45.53

Figura 4

Promedio ICA por estadio durante el mes de abril



Para finalizar el análisis del mes de marzo se realiza el índice de correlación entre la calidad de agua según la norma NFS y la tasa de supervivencia de las larvas de camarón corresponden a un 0.423 lo que significa que la relación es moderadamente fuerte, indicando que, a mayor calidad de agua, mayor tasa de supervivencia de se obtiene, como se muestra en la tabla 25.

Tabla 25

Índice de correlación ICA / Tasa de supervivencia, correspondiente al mes de abril

	<i>Ica Prom</i>	<i>% Supervivencia</i>
<i>Ica Prom</i>	1	
<i>% Supervivencia</i>	0.423698749	1

Para establecer los rangos óptimos de los parámetros a utilizar para alcanzar una producción que sea favorable y rentable se realiza los siguiente:

Se define los rangos de supervivencia, de acuerdo con las necesidades de cada empresa, para este caso en particular se esperar obtener un resultado cuya tasa de supervivencia sea de al menos 98% catalogada como una tasa muy alta y un 95% como una tasa alta. Con la ayuda de la herramienta tabla dinámica de Excel se puede aislar los parámetros que han arrojado mejores resultados referente a la tasa de supervivencia larval.

A continuación, se muestran los valores de los parámetros para aquellas que lograron mantener una categoría “Muy Alta” en cuanto a tasa de supervivencia. Lo que indica que la turbidez se puede ubicar en un rango de 2.18 a 4.25 con un valor promedio de 2.71 como el valor central (tabla 26), referente al parámetro de temperatura, se puede observar que esta varía desde los 31.30°C hasta los 34.20°C. con un valor promedio de 33.42°C (tabla 27), de igual manera la tabla 20 presenta los valores del parámetro de oxígeno disuelto, mismo que puede ir desde los 5.2 mg/L a los 7.5 mg/L con un valor promedio de 6.16 mg/L.

En cuanto al pH se observa que los valores están comprendidos entre los 7.60 a 8.10 con un valor promedio de 7.85, como se puede observar en la tabla 28. En cuanto a los Solidos Totales Suspendidos sus valores se encuentran entre 1.80 mg/L y 7.8 mg/L con un valor promedio de 2.21mg/L para lograr un alto rendimiento de la tasa de supervivencia, como se observa en la tabla 29.

Tabla 26

Tabla de valores de rangos óptimos para Turbidez.

Tasa de Sprvc	Mín. Trbdz	Máx. Trbdz	Promedio de Tbdz
98.02%	2.24	2.24	2.24
98.16%	2.21	2.21	2.21
98.18%	2.21	2.21	2.21
98.25%	2.27	2.27	2.27
98.29%	2.36	2.36	2.36
98.35%	2.21	2.21	2.21
98.36%	2.27	2.27	2.27
98.42%	2.39	2.39	2.39
98.58%	2.21	2.21	2.21
98.69%	2.24	2.24	2.24
98.76%	2.21	2.21	2.21
98.82%	2.21	2.21	2.21
98.93%	2.33	2.33	2.33
98.94%	3.09	3.09	3.09
98.95%	3.09	3.09	3.09
99.11%	3.78	3.78	3.78
99.14%	2.18	2.18	2.18
99.17%	3.09	3.09	3.09
99.26%	3.40	3.40	3.40
99.28%	2.27	3.40	2.83
99.32%	3.40	3.40	3.40
99.37%	2.36	2.36	2.36
99.43%	4.25	4.25	4.25
99.50%	3.78	3.78	3.78
99.64%	3.40	3.40	3.40
99.83%	2.36	2.36	2.36
Total general	2.18	4.25	2.71

Tabla 27

Tabla de valores de rangos óptimos para Turbidez.

Tasa de Sprvc	Mín. Temp	Máx. Temp	Promedio de Temp
98.02%	33.50	33.50	33.50
98.16%	32.90	32.90	32.90
98.18%	34.00	34.00	34.00
98.25%	32.60	32.60	32.60
98.29%	34.20	34.20	34.20
98.35%	34.00	34.00	34.00
98.36%	32.80	32.80	32.80
98.42%	33.20	33.20	33.20
98.58%	34.00	34.00	34.00
98.69%	33.70	33.70	33.70
98.76%	33.40	33.40	33.40
98.82%	33.90	33.90	33.90
98.93%	31.30	31.30	31.30
98.94%	34.00	34.00	34.00
98.95%	34.00	34.00	34.00
99.11%	32.80	32.80	32.80
99.14%	32.60	32.60	32.60
99.17%	33.70	33.70	33.70
99.26%	33.90	33.90	33.90
99.28%	33.50	33.30	33.40
99.32%	33.20	33.20	33.20
99.37%	34.00	34.00	34.00
99.43%	33.40	33.40	33.40
99.50%	33.90	33.90	33.90
99.64%	33.80	33.80	33.80
99.83%	32.80	32.80	32.80
Total general	34.20	31.30	33.42

Tabla 28

Tabla de valores de rangos óptimos para Oxígeno Disuelto.

Tasa de Sprvvc	Mín. OD	Máx. OD	Promedio de OD
98.02%	6.10	6.10	6.10
98.16%	6.30	6.30	6.30
98.18%	5.90	5.90	5.90
98.25%	5.90	5.90	5.90
98.29%	5.70	5.70	5.70
98.35%	6.00	6.00	6.00
98.36%	6.00	6.00	6.00
98.42%	5.70	5.70	5.70
98.58%	5.80	5.80	5.80
98.69%	6.20	6.20	6.20
98.76%	5.90	5.90	5.90
98.82%	5.90	5.90	5.90
98.93%	6.00	6.00	6.00
98.94%	6.30	6.30	6.30
98.95%	6.20	6.20	6.20
99.11%	6.10	6.10	6.10
99.14%	6.30	6.30	6.30
99.17%	6.00	6.00	6.00
99.26%	6.50	6.50	6.50
99.28%	5.20	7.00	6.10
99.32%	7.50	7.50	7.50
99.37%	6.20	6.20	6.20
99.43%	6.60	6.60	6.60
99.50%	6.50	6.50	6.50
99.64%	5.80	5.80	5.80
99.83%	6.80	6.80	6.80
Total general	5.20	7.50	6.16

Tabla 29

Tabla de valores de rangos óptimos para pH.

Tasa de Sprvvc	Mín. pH	Máx. pH	Promedio de pH
98.02%	7.80	7.80	7.80
98.16%	7.90	7.90	7.90
98.18%	7.90	7.90	7.90
98.25%	8.00	8.00	8.00
98.29%	7.90	7.90	7.90
98.35%	7.90	7.90	7.90
98.36%	7.90	7.90	7.90
98.42%	8.00	8.00	8.00
98.58%	7.90	7.90	7.90
98.69%	8.00	8.00	8.00
98.76%	7.90	7.90	7.90
98.82%	7.80	7.80	7.80
98.93%	7.70	7.70	7.70
98.94%	7.80	7.80	7.80
98.95%	7.80	7.80	7.80
99.11%	7.80	7.80	7.80
99.14%	8.00	8.00	8.00
99.17%	7.70	7.70	7.70
99.26%	7.80	7.80	7.80
99.28%	7.60	8.10	7.85
99.32%	7.80	7.80	7.80
99.37%	7.90	7.90	7.90
99.43%	7.80	7.80	7.80
99.50%	7.70	7.70	7.70
99.64%	7.80	7.80	7.80
99.83%	7.80	7.80	7.80
Total general	7.60	8.10	7.85

La tabla 30 especifica los rangos para el parámetro de Fosfatos presentes mismo que oscila entre 0.03 mg/L y 1.91 mg/L con un valor promedio de 0.86 mg/L, de igual manera, se presenta los rangos para los nitratos que se ubican entre 0.01 mg/L y 0.78 mg/L con un valor promedio de 0.30 mg/L, en la tabla 31. Los rangos para la demanda bioquímica de oxígeno se encuentran en la tabla 32, donde se especifica que el rango aceptable es de 3.50 mg/L a 5.40 mg/L con un valor promedio de 4.58 mg/L. finalmente los rangos establecidos para los Coliformes fecales se encuentran en la tabla 26, y se especifica un rango de 2 nmp/ml a 9 nmp/ml con un promedio de 5.11 nmp/ml.

Tabla 30

Tabla de valores de rangos óptimos para Sólidos Suspendidos Totales.

Tasa de Sprvvc	Mín. SST	Máy. SST	Promedio de SST
98.02%	2.60	2.60	2.60
98.16%	1.80	1.80	1.80
98.18%	7.80	7.80	7.80
98.25%	2.00	2.00	2.00
98.29%	2.30	2.30	2.30
98.35%	1.80	1.80	1.80
98.36%	2.80	2.80	2.80
98.42%	1.90	1.90	1.90
98.58%	1.90	1.90	1.90
98.69%	2.00	2.00	2.00
98.76%	2.30	2.30	2.30
98.82%	1.90	1.90	1.90
98.93%	2.20	2.20	2.20
98.94%	1.90	1.90	1.90
98.95%	1.90	1.90	1.90
99.11%	1.80	1.80	1.80
99.14%	2.10	2.10	2.10
99.17%	1.90	1.90	1.90
99.26%	2.10	2.10	2.10
99.28%	1.90	2.00	1.95
99.32%	1.80	1.80	1.80
99.37%	1.80	1.80	1.80
99.43%	1.80	1.80	1.80
99.50%	1.80	1.80	1.80
99.64%	1.80	1.80	1.80
99.83%	1.90	1.90	1.90
Total general	1.80	7.80	2.21

Tabla 31

Tabla de valores de rangos óptimos para Fosfatos.

Tasa de Sprvvc	Mín. Fsfts	Máy. Fsfts	Promedio de Fsfts
98.02%	0.84	0.84	0.84
98.16%	1.90	1.90	1.90
98.18%	0.85	0.85	0.85
98.25%	1.30	1.30	1.30
98.29%	1.31	1.31	1.31
98.35%	1.85	1.85	1.85
98.36%	1.91	1.91	1.91
98.42%	1.44	1.44	1.44
98.58%	1.30	1.30	1.30
98.69%	1.85	1.85	1.85
98.76%	1.45	1.45	1.45
98.82%	1.35	1.35	1.35
98.93%	0.42	0.42	0.42
98.94%	0.15	0.15	0.15
98.95%	0.15	0.15	0.15
99.11%	0.06	0.06	0.06
99.14%	0.42	0.42	0.42
99.17%	0.12	0.12	0.12
99.26%	0.03	0.03	0.03
99.28%	0.24	0.39	0.32
99.32%	0.10	0.10	0.10
99.37%	1.54	1.54	1.54
99.43%	0.20	0.20	0.20
99.50%	0.39	0.39	0.39
99.64%	0.03	0.03	0.03
99.83%	1.55	1.55	1.55
Total general	0.03	1.91	0.86

Tabla 32

Tabla de valores de rangos óptimos para Nitratos.

Tasa de Sprvvc	Mín. Ntrts	Máx. Ntrts	Promedio de Ntrts
98.02%	0.64	0.64	0.64
98.16%	0.46	0.46	0.46
98.18%	0.74	0.74	0.74
98.25%	0.11	0.11	0.11
98.29%	0.78	0.78	0.78
98.35%	0.18	0.18	0.18
98.36%	0.16	0.16	0.16
98.42%	0.13	0.13	0.13
98.58%	0.20	0.20	0.20
98.69%	0.05	0.05	0.05
98.76%	0.28	0.28	0.28
98.82%	0.18	0.18	0.18
98.93%	0.56	0.56	0.56
98.94%	0.53	0.53	0.53
98.95%	0.23	0.23	0.23
99.11%	0.52	0.52	0.52
99.14%	0.04	0.04	0.04
99.17%	0.05	0.05	0.05
99.26%	0.46	0.46	0.46
99.28%	0.01	0.22	0.12
99.32%	0.16	0.16	0.16
99.37%	0.14	0.14	0.14
99.43%	0.05	0.05	0.05
99.50%	0.55	0.55	0.55
99.64%	0.47	0.47	0.47
99.83%	0.35	0.35	0.35
Total general	0.01	0.78	0.30

Tabla 33

Tabla de valores de rangos óptimos para Demanda Bioquímica de O.

Tasa de Sprvvc	Mín. DBO	Máx. DBO	Promedio de DBO
98.02%	4.70	4.70	4.70
98.16%	4.30	4.30	4.30
98.18%	4.80	4.80	4.80
98.25%	4.70	4.70	4.70
98.29%	4.20	4.20	4.20
98.35%	5.00	5.00	5.00
98.36%	5.00	5.00	5.00
98.42%	5.00	5.00	5.00
98.58%	4.70	4.70	4.70
98.69%	4.90	4.90	4.90
98.76%	4.00	4.00	4.00
98.82%	4.20	4.20	4.20
98.93%	5.10	5.10	5.10
98.94%	5.40	5.40	5.40
98.95%	4.70	4.70	4.70
99.11%	4.90	4.90	4.90
99.14%	4.10	4.10	4.10
99.17%	5.30	5.30	5.30
99.26%	5.00	5.00	5.00
99.28%	4.70	4.90	4.80
99.32%	3.50	3.50	3.50
99.37%	4.50	4.50	4.50
99.43%	3.50	3.50	3.50
99.50%	4.00	4.00	4.00
99.64%	4.50	4.50	4.50
99.83%	4.10	4.10	4.10
Total general	3.50	5.40	4.58

Tabla 34

Tabla de valores de rangos óptimos para Coliformes Fecales.

Tasa de Sprvvc	Mín. Ntrts	Máx. Ntrts	Promedio de Ntrts
98.02%	4.00	4.00	4.00
98.16%	8.00	8.00	8.00
98.18%	3.00	3.00	3.00
98.25%	3.00	3.00	3.00
98.29%	7.00	7.00	7.00
98.35%	9.00	9.00	9.00
98.36%	3.00	3.00	3.00
98.42%	8.00	8.00	8.00
98.58%	5.00	5.00	5.00
98.69%	7.00	7.00	7.00
98.76%	4.00	4.00	4.00
98.82%	2.00	2.00	2.00
98.93%	2.00	2.00	2.00
98.94%	6.00	6.00	6.00
98.95%	5.00	5.00	5.00
99.11%	9.00	9.00	9.00
99.14%	2.00	2.00	2.00
99.17%	9.00	9.00	9.00
99.26%	6.00	6.00	6.00
99.28%	5.00	8.00	6.50
99.32%	6.00	6.00	6.00
99.37%	3.00	3.00	3.00
99.43%	5.00	5.00	5.00
99.50%	2.00	2.00	2.00
99.64%	3.00	3.00	3.00
99.83%	4.00	4.00	4.00
Total general	2.00	9.00	5.11

9. DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1. DISCUSIÓN

La problemática central que impulsa esta investigación es la elevada tasa de mortalidad larval en los cultivos de *Penaeus vannamei*, un factor que impacta directamente la rentabilidad y sostenibilidad de la industria acuícola. El objetivo de este estudio fue, por tanto, desentrañar la compleja relación entre las fluctuaciones de parámetros específicos de la calidad del agua y la supervivencia larval en el entorno controlado del laboratorio SANLAB. Los hallazgos confirman la hipótesis de que un monitoreo detallado permite establecer rangos operativos que favorecen una mayor viabilidad, transitando de un enfoque reactivo a uno predictivo y proactivo en la gestión del cultivo.

Dentro de los parámetros evaluados, el oxígeno disuelto (OD) se consolidó como una variable de influencia capital. Los análisis de correlación de los tres meses revelaron consistentemente una relación positiva y de moderada a fuerte entre los niveles de OD y el Índice de Calidad de Agua (ICA). Fisiológicamente, esto es predecible, ya que las larvas, en sus fases de rápido desarrollo y metamorfosis, poseen una alta demanda metabólica que depende directamente de la disponibilidad de oxígeno para la respiración celular. Los resultados sugieren que mantener los niveles por encima del umbral crítico de 5.2 mg/L es fundamental, siendo el rango

promedio de 6.16 mg/L el asociado a las tasas de supervivencia más altas, cercanas al 98%.

De manera similar, el pH del agua emergió como un pilar para el equilibrio del ecosistema del tanque. Aunque su correlación no fue tan marcadamente fuerte como la del OD en todos los periodos, su estabilidad dentro del rango óptimo de 7.60 a 8.10 demostró ser crucial para minimizar la mortalidad. Desviaciones de este rango, especialmente hacia la acidez, pueden generar un estrés fisiológico severo, afectando la capacidad de osmorregulación y la eficiencia de los procesos enzimáticos de las larvas, tal como lo respalda la literatura general sobre estrés en crustáceos citada por Herrera et al.

El análisis de los fosfatos arrojó una perspectiva interesante sobre los contaminantes disueltos. Durante el mes de febrero, se observó una correlación inversa muy alta entre los niveles de fosfatos y el ICA. Esto indica que los fosfatos actúan como un potente degradador de la calidad general del agua. Si bien su toxicidad directa puede no ser inmediata, su presencia es un indicativo de acumulación de materia orgánica (restos de alimento, excretas), lo que fomenta un ambiente propicio para la proliferación bacteriana y el consumo de oxígeno, afectando indirectamente la salud larval.

Los nitratos, por su parte, mostraron una correlación negativa de carácter moderado con el ICA. Como producto final de la nitrificación, su acumulación es menos

tóxica que la del amonio o los nitritos. Sin embargo, su presencia sostenida en niveles crecientes señala una carga biológica que el sistema no está procesando eficientemente. Este parámetro funciona, por tanto, como una señal de alerta temprana sobre la saturación del sistema, cuyo control es vital para prevenir un deterioro a largo plazo de las condiciones del cultivo.

La temperatura y la turbidez presentaron un comportamiento más variable. La temperatura, un factor conocido por regular el metabolismo de los organismos poiquiloterms, mostró una correlación positiva pero débil con el ICA. Esto sugiere que, dentro del rango mantenido en el laboratorio (31.30°C - 34.20°C), no fue un factor limitante primario, aunque su estabilidad sigue siendo clave. La turbidez, por otro lado, mostró una fuerte correlación negativa en febrero, pero positiva en abril, lo cual es contraintuitivo. Esto podría indicar que la naturaleza de la turbidez (si es por microalgas benéficas o por detritos y bacterias) es más importante que el valor NTU por sí solo, o que su efecto fue eclipsado por otros parámetros más críticos en ese periodo.

Los Sólidos Suspendidos Totales (SST) y la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) mostraron correlaciones débiles con el ICA en este estudio. Es plausible que en el ambiente controlado y con los protocolos de limpieza de SANLAB, estos parámetros no alcanzaran niveles críticos que permitieran observar un efecto drástico. No obstante, los rangos identificados en corridas de alta supervivencia (SST promedio de 2.21 mg/L y DBO promedio de 4.58 mg/L) sirven como una

valiosa línea base de referencia para mantener un ambiente limpio y con baja carga orgánica.

Estos hallazgos individuales, en su conjunto, refuerzan y precisan el conocimiento existente. Mientras que trabajos como los de Gil et al. y Campa et al. discuten factores que influyen en la supervivencia, este estudio avanza al cuantificar rangos específicos para múltiples parámetros simultáneamente en un entorno comercial real. La principal contribución radica en ir más allá de la evaluación integral del ICA para identificar qué componentes específicos tienen mayor peso, ofreciendo una herramienta de gestión mucho más precisa y eficiente que la que se ha reconocido en estudios previos.

La dinámica temporal a lo largo de las etapas larvales también es reveladora. Los gráficos de ICA promedio por estadio mostraron valles en momentos clave de la metamorfosis, como la transición de Mysis a Postlarva (PL). Estos periodos son fisiológicamente exigentes, donde las larvas cambian sus hábitos alimenticios y su morfología, haciéndolas presumiblemente más susceptibles al estrés ambiental. La caída del ICA en estas fases, aunque sea ligera, puede ser suficiente para desencadenar mortalidades, subrayando la necesidad de una vigilancia intensificada durante estas ventanas críticas.

Las implicaciones prácticas para la industria camaronera son directas y significativas. La capacidad de predecir y prevenir eventos de mortalidad mediante

el mantenimiento de los parámetros dentro de los rangos óptimos definidos puede marcar la diferencia entre un ciclo de producción rentable y uno deficitario. Establecer protocolos operativos que utilicen estos rangos como guía —por ejemplo, mediante la calibración de sistemas de aireación automática para asegurar un OD superior a 6.16 mg/L o el ajuste de la alcalinidad para estabilizar el pH cerca de 7.85— es una estrategia de gestión proactiva que optimiza los recursos y maximiza la producción de postlarvas de alta calidad.

Es imperativo, no obstante, reconocer las limitaciones de esta investigación para contextualizar adecuadamente sus conclusiones. Al ser un estudio de caso realizado exclusivamente en el laboratorio SANLAB, los resultados están intrínsecamente ligados a sus condiciones particulares de operación, incluyendo la fuente de agua, el tipo de alimento utilizado y la genética de las larvas. Por tanto, la extrapolación de estos rangos a otros laboratorios debe hacerse con cautela, considerándolos como una excelente referencia inicial que podría requerir ajustes locales.

Mirando hacia el futuro, este trabajo abre varias vías de investigación prometedoras. Sería de gran interés realizar estudios que evalúen los efectos sinérgicos entre parámetros; por ejemplo, cómo una leve hipoxia combinada con una ligera desviación del pH impacta la supervivencia en comparación con cada factor por separado. Adicionalmente, la incorporación de un análisis microbiológico detallado, para correlacionar las poblaciones bacterianas del agua con los parámetros fisicoquímicos y las tasas de supervivencia, ofrecería una visión aún

más completa del ecosistema del tanque. En última instancia, esta investigación subraya que un enfoque de gestión basado en datos, específico para cada parámetro y adaptado a las fases críticas del desarrollo larval, es el camino más seguro hacia una larvicultura del camarón más eficiente, sostenible y rentable.

9.2. CONCLUSIONES

Los resultados de la investigación demuestran que los parámetros de calidad de agua como la turbidez, temperatura, oxígeno disuelto, pH y Sólidos Totales Suspendidos muestran una variación significativa en las diferentes etapas de desarrollo larval, situación que afecta directamente a la supervivencia de la larva cuando no se controlan de manera adecuada. Lo que evidencia que las fluctuaciones dentro del proceso de siembra requieren un monitoreo constante y riguroso para evitar que esto afecte la rentabilidad de la siembra.

Durante el muestreo y análisis de datos obtenidos del muestreo se puede definir que los parámetros con mayor impacto sobre la calidad de agua son el oxígeno disuelto y el pH del cuerpo de agua, demostrando que un nivel inferior a 5.2 mg/L de Oxígeno disuelto y por debajo de la 7.6 en pH se relacionan directamente con tasas de mortalidad más altas que pueden llegar a un 5% lo que en la industria representa una pérdida económica significativa , en contraste con los parámetros óptimos que permiten alcanzar tasas de supervivencia de hasta el 98% . es importante recalcar

que la variabilidad de los parámetros puede causar efectos en la fisiología de las larvas.

El análisis de los datos indica que, para obtener una tasa de supervivencia muy alta, cercana al 98%, es importante mantener los rangos de los parámetros específicos: turbidez entre 2.18 y 4.25, pH entre 7.60 y 8.10, Oxígeno disuelto entre 5.2 y 7.25 mg/L, temperatura entre 31.30°C y 34.20°C, estos rangos ayudan a la maximización de la supervivencia en las larvas dentro de las condiciones controladas de un laboratorio.

9.3. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones que se pueden establecer es la creación de un sistema de monitoreo periódico, que permita la detección de fluctuaciones en los parámetros con mayor variabilidad, adicional la implementación de controles de operación como los sistemas de oxigenación y filtración pueden ayudar a mantener las fluctuaciones en un nivel mínimo y estabilizar las condiciones del agua.

Mantener los niveles de oxígeno disuelto por encima de los 6.16 mg/L y realizar un control de pH para que este se mantenga lo más cercano a 7 mediante un sistema de oxigenación automática y ajuste de alcalinidad mejorarían significativamente los índices de calidad de agua y coadyuvaría a mantener una tasa de supervivencia larval elevada.

Finalmente, se recomienda utilizar los rangos definidos como una guía o referencia que deberán ser ajustados mediante la implementación de protocolos que respondan a las necesidades particulares de cada laboratorio. Además de realizar ajustes en las condiciones de los sistemas de cultivos para mantener un ambiente controlado en óptimas condiciones para el desarrollo de la larva de *Penaeus vannamei*.

10. BIBLIOGRAFÍA

- Acuña, O., Severino, P., Sarmiento, G., & Stuardo, C. (2022). Consumo sustentable en Chile: Una aproximación a los objetivos de desarrollo sostenible (ODS). *Información tecnológica*, 33(4), 181-190. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642022000400181>
- Arias, J., & Gallardo, M. (2021). *Diseño y Metodología de la Investigación* (1.^a ed., Vol. 1). Enfoques Consulting EIRL. https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w26022w/Arias_S2.pdf
- Calvo, E. (2023). *Cultivo de camarón blanco (Litopenaeus vannamei, BONNE 1931) en jaulas flotantes como alternativa productiva para el sector pesquero artesanal del Golfo De Nicoya, Costa Rica*. <http://hdl.handle.net/11056/25888>
- Campa, A. I., Yenni, C., Guzmán, M. A., & Aguirre, G. (2020). Evaluación de la respuesta productiva e inmune en juveniles de camarón *Litopenaeus vannamei* alimentado con mezclas probióticas. *Revista de biología marina y oceanografía*, 55(1), 73-78. <https://doi.org/10.22370/rbmo.2020.55.1.2394>
- Casado, E., Cabreraarcón, H., & Cruz, A. (2023). Evolution of Molecular Markers Used in Genetic Studies of *Penaeus vannamei*. *Revista de Producción Animal*, 35(2), NA-NA.
- Castro, J. J., & Ordinola, A. (2021). La estrategia de ayuno y realimentación, una alternativa viable para optimizar el consumo de alimento balanceado en el cultivo semi-intensivo de camarón blanco *Litopenaeus vannamei*. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 32(5). <https://doi.org/10.15381/rivep.v32i5.19546>
- Correa, A. P., Machado, C., & Lima, K. P. de. (2023). Qualidade microbiológica e quantificação de sulfitos em camarões apreendidos pela Receita Federal por

- descaminho da Argentina em 2022. *Segurança Alimentar e Nutricional*, 30, e023028-e023028. <https://doi.org/10.20396/san.v30i00.8673919>
- Fernández, T., & Bardales, O. (2024). *La experiencia de la investigación cualitativa*. Universidad Peruana Cayetano Heredia-UPCH.
- Gámez, S., Espinosa, A., Jiménez, M., Pérez, A., García, A., & Bermúdez, M. del C. (2021). Estudio de caso: Evaluación y efecto del alimento con oxitetraciclina preparado industrialmente y con un procedimiento establecido en granja sobre el desarrollo del camarón *Penaeus vannamei* y su acumulación en músculo y hepatopáncreas. *TIP. Revista especializada en ciencias químico-biológicas*, 24. <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2021.305>
- García, H. E. B., Sánchez, E. E. V., Uzcátegui, B. M., Parra, R. M. R., & Arenas, L. A. B. (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.
- Gil, J. C., Martíne, L. R., Servín, R., Magallon, F. J., Bórquez, R. A., Gonzalez, J. R., & Casillas, R. (2020). Production of *Penaeus vannamei* in low salinity, using diets formulated with different protein sources and percentages. *Latin american journal of aquatic research*, 48(3), 396-405. <https://doi.org/10.3856/vol48-issue3-fulltext-2361>
- Hernández, P., Timaná, M., Robles, M., Peraza, V., Ascencio, F., & Jiménez, E. (2022). Incremento de la supervivencia de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) infectado con el virus de la mancha blanca y alimentado con una dieta suplementada con aceite de coco (Cocos nucifera). *Abanico veterinario*, 12. <https://doi.org/10.21929/abavet2022.2>
- Herrera, J. O. C., Mora, W. G. G., Cordero, P. Q., & Romero, O. R. S. (2023). Efecto de alimentos balanceados comerciales y predigeridos con probióticos sobre el crecimiento

- y supervivencia de juveniles del camarón blanco *Litopenaeus Vannamei*. *Polo del Conocimiento*, 8(8), Article 8. <https://doi.org/10.23857/pc.v8i8.5924>
- Ibarra, J. C., Rubio, M. F., Sánchez, R., Casillas, R., & Martínez-Ibarra, D. M. (2023). Identification techniques to prevent the current emerging disease hepatopancreatic microsporidiosis in white shrimp *Penaeus vannamei*: An overview. *Latin american journal of aquatic research*, 51(1), 1-11. <https://doi.org/10.3856/vol51-issue1-fulltext-2693>
- López, J. O., Arenal, A., & Arenal, A. (2023). Evaluación de propuestas de dietas con subproductos industriales para el cultivo de *P. vannamei* por el método de pH-stat. *Revista de Producción Animal*, 35(1), 1-5.
- Proaño, J. J., Proaño, A. S., & Moreira, Y. K. (2022). Comparación entre manguera difusora y tubería PVC para la aireación en la producción de *Litopenaeus vannamei* con biofloc a diferentes niveles de proteína. *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 17(1), 11-27. <https://doi.org/10.21615/cesmvz.6373>
- Robledo, J. A. (2023). Evaluación del Índice de Calidad de Agua ICA-NSF en las microcuencas del Parque Nacional Río Dulce como herramienta en la gestión integral del manejo sustentable, Livingston, Izabal, Guatemala, Centroamérica. *Revista Tecnología en Marcha*, 36(1), 106-116. <https://doi.org/10.18845/tm.v36i1.6241>
- Romero, R., Mayta, D., Ancaya, M. D. C. E., Tasayco, S., & Berrio, M. L. (2024). Método de investigación científica: Diseño de proyectos y elaboración de protocolos en las Ciencias Sociales. *Editorial Idicap Pacífico*, 1-94. <https://doi.org/10.53595/eip.012.2024>
- Solorzano, F., & Velásquez, P. C. (2021). Absorption efficiency in post-larvae of the shrimp *Litopenaeus vannamei* fed a diet of marine yeast from mangrove mudflats. *Boletín de*

Investigaciones Marinas y Costeras - INVEMAR, 50(2), 73-90.

<https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.2021.50.2.1012>

Valverde, J. (2021). Una contribución al entendimiento sobre el cultivo en fases del langostino

Macrobrachium rosenbergii en Costa Rica. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 32(4). <https://doi.org/10.15381/rivep.v32i4.20938>

Yacila, P., Sócola, M., & López, E. (2024). La suplementación de ácidos biliares en la dieta

mejora la sobrevivencia y respuesta inmune de *Penaeus vannamei*. *Manglar*, 21(3), 321-327. <https://doi.org/10.57188/manglar.2024.035>

11. ANEXOS

Figura 5

Laboratorio de microbiología, instalaciones SanLab BSo base 1



Figura 6

Equipos de esterilización como autoclave, muffla y camara de flujo laminar.



Figura 7

Equipo para medición de Oxígeno disuelto en cuerpos de agua, Oxímetro marca YSI 1200.



Figura 8

Distribución de las muestras para su posterior análisis de nitratos y fosfatos.



Figura 9

Medición del parámetro turbidez, mediante el uso del disco Secchi.



Figura 10

Tanques de producción, muestras representativas del estudio.



Figura 11

Disco secchi, herramienta de medición de turbidez.

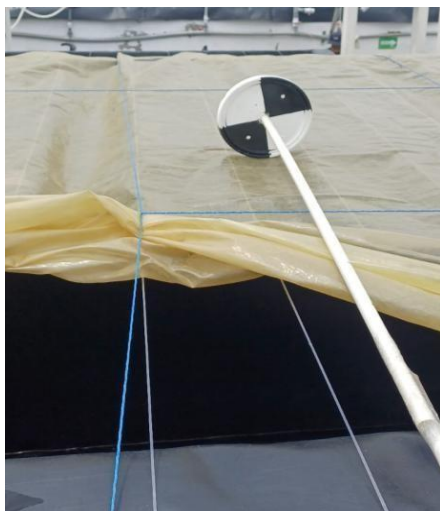


Figura 12

Preparación de Agar MacConkey para la cuantificación de coliformes fecales.



Figura 13

Muestras para medir nitratos y fosfatos mediante fotometría



Figura 14

Muestras de tanques de producción.



Rangos y Valores Óptimos			
Parámetro	Mínimo	Máximo	Óptimo
Turbidez	2.18	4.25	2.71
Temperatura	31.30	34.20	33.42
Oxígeno Disuelto	5.20	7.50	6.16
pH	7.60	8.10	7.85
Sólidos Suspendidos Totales	1.80	7.80	2.21
Fosfatos	0.03	1.91	0.86
Nitratos	0.01	0.78	0.30
DBO5	3.50	5.40	4.58
Coliformes Fecales	2.00	9.00	5.11