



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR

CARRERA DE BIOLOGÍA

“ANÁLISIS DE MORTALIDADES EN REPRODUCTORES DE *Penaeus vannamei*

DURANTE LA FASE DE CUARENTENA EN EL LABORATORIO

TEXCUMAR”

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previo a la obtención del Título de:

BIÓLOGO

AUTOR:

RONNIE ANDRÉS ROMERO POZO

TUTOR:

AC. SONNYA MENDOZA LOMBANA, Ph. D

LA LIBERTAD – ECUADOR

2026

UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
CARRERA DE BIOLOGÍA

**“ANÁLISIS DE MORTALIDADES EN REPRODUCTORES DE *Penaeus*
vannamei DURANTE LA FASE DE CUARENTENA EN EL LABORATORIO
TEXCUMAR.”**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previa a la obtención del Título de:

BIÓLOGO

AUTOR:

ROMERO POZO RONNIE ANDRÉS

TUTOR:

AC. SONNYA PATRICIA MENDOZA LOMBANA. Ph. D

LA LIBERTAD – ECUADOR

2026

DECLARACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de Docente Tutor del Trabajo de Integración Curricular, "Análisis de mortalidades en reproductores de *Panaeus vannameli* durante la fase de cuarentena en el laboratorio Texcumar", elaborado por Romero Pozo Ronnie Andrés, estudiante de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Biólogo, me permito declarar que luego de haber dirigido su desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por la cual, apruebo en todas sus partes, encontrándose apto para la evaluación del docente especialista.

Atentamente



Ac. Sonny Mendoza Lombana, Ph.D.
DOCENTE TUTOR
C.I. 0912802816

DECLARACIÓN DEL DOCENTE DE ÁREA

En mi calidad de Docente Especialista, del Trabajo de Integración Curricular “Análisis de mortalidades en reproductores de *Penaeus vannamei* durante la fase de cuarentena en el laboratorio Texcumar”, elaborado por Ronnie Andrés Romero Pozo, 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



Blgo. Antonio Torres Noboa, M.Sc.
DOCENTE DE ÁREA
C.I. 0919045609

DEDICATORIA

¡Oh profundidad de las riquezas de la sabiduría y de la ciencia de Dios! ¡Cuán insondables son sus juicios, e inescrutables sus caminos! (Romanos 11:33).

A Jesucristo Dios Todopoderoso creador de los cielos y la tierra, quien me ha salvado, cuidado y guiado mis pasos desde el día que nací y hasta ahora.

A mi mamá, la Blga Jacinta Patricia Pozo Murillo que, con su amor incondicional, sacrificio y dedicación pudo sacarnos adelante a mí y mis hermanas y me cuidó, guio y siempre confió en mis sueños, anhelos e ilusiones las cuales le conté desde niño y me ayudó a lograrlos y a superar cada obstáculo en mi vida siguiendo sus consejos y siendo mi ejemplo a seguir en esta vida.

A ti madre mía con amor eterno y gratitud te dedico este logro y todos los que tenga en esta vida y me hubiese gustado que estuvieras aquí viéndome graduar y convertirme en biólogo, así como tú lo fuiste.

Te amo y te extraño mucho mami...

Ronnie R. Pozo

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme vida, sabiduría y entendimiento para poder ahondar en las profundidades de su creación.

De manera especial quiero agradecer a mi mamá, quien es el pilar fundamental en mi vida y formación como profesional y también en vida fue bióloga de profesión y una mujer a la cual admiro por su dedicación y esfuerzo, tú legado y los valores que me inculcaste siempre prevalecerán en mí y por eso estoy eternamente agradecido contigo, mamá.

A mi tía Maricruz por recibirme en su casa y brindarme un hogar durante mi carrera universitaria y a toda mi familia.

A Lizeth, quien me acompañó en los momentos más difíciles de mi vida.

Y con mucha admiración y gratitud a la Ph.D. Sonnya Mendoza, quien es mi docente y tutora de este trabajo de investigación que con sus conocimientos, experiencia y trayectoria me ha guiado y orientado en cada etapa y culminación del mismo.

A la Blga. Micaela Solís, jefa del laboratorio de microbiología de Texcumar, quien me ha enseñado y brindado sus conocimientos durante mi investigación.

Quiero expresar mi gratitud a la empresa Texcumar por abrirme las puertas y brindarme la oportunidad de desarrollar mi trabajo de investigación dentro de sus instalaciones.

A la Universidad Estatal Península de Santa Elena por brindarme las herramientas necesarias para mi formación académica.

Quiero agradecer de manera especial a quien en vida fue la rectora de mi jardín, escuela y colegio, la Eco. Blanca Bravo de Toledo quien me corregía y aconsejaba en cada clase impartida por ella y el cual sus palabras aún permanecen presentes en mi mente.

¡A cada docente desde mi educación inicial y hasta ahora, gracias por sus enseñanzas!

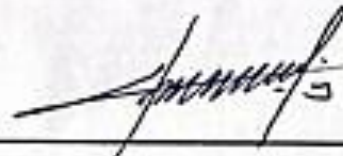
TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de Integración Curricular presentado por **Romero Pozo Ronnie Andrés** como requisito parcial para la obtención del grado de Biólogo/a de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

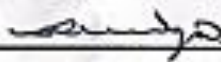
Trabajo de Integración Curricular **APROBADO** el: 15 de diciembre del 2025



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



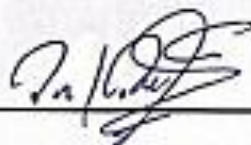
Blgo. Antonio Torres Noboa, M.Sc.
**PROFESOR DE ÁREA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



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



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



Ledo. Pascual Roca Silvestre, Mgtr.
SECRETARIO/A DEL TRIBUNAL

DECLARACIÓN EXPRESA

Yo, Ronnie Andrés Romero Pozo, me responsabilizo por los datos y resultados en mi Trabajo de Integración Curricular.

Por medio de la presente declaración cedo los derechos de autoría y propiedad intelectual de este trabajo a la Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE), según lo establecido por la ley de propiedad intelectual, reglamento y normativa intelectual vigente.

Atentamente,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Ronnie Andrés Romero Pozo', written over a horizontal line.

Ronnie Andrés Romero Pozo
CI. 0954533550

ÍNDICE GENERAL

1. RESUMEN	18
ABSTRACT	20
CAPÍTULO I	23
1. INTRODUCCIÓN	23
PROBLEMÁTICA	27
2. JUSTIFICACIÓN	30
3. OBJETIVO PRINCIPAL	32
4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	32
5. HIPÓTESIS	33
6. MARCO TEÓRICO	34
6.2 El impacto de la industria camaronera en la provincia de Santa Elena.....	35
6.3 Texcumar empresa líder en la producción de nauplios	37
6.4 Camarón blanco del pacifico (<i>Penaeus vannamei</i>).....	37
6.5 Ciclo de vida	37
6.6 Taxonomía de la especie	38
6.7 Principales enfermedades del camarón	39

6.7.1	Enfermedades de origen viral.....	39
6.7.2	Virus del síndrome de Taura (TSV)	40
6.7.3	Virus de la necrosis infecciosa hematopoyética e hipodérmica (IHHNV) 41	
6.7.4	Virus de la cabeza amarilla (YHV)	41
6.7.5	Virus de la mionecrosis infecciosa (IMNV).....	42
6.7.6	Virus del síndrome de la mancha blanca (WSSV)	43
6.7.7	Parásitos epicomensales	44
6.7.8	Parásitos internos (Gregarinas)	45
6.7.9	Parásitos externos o internos (Nemátodos)	45
6.7.10	Bacterias filamentosas	46
6.8	Enfermedades de origen bacteriano en <i>Penaeus vannamei</i>	47
6.9	Estrés en camarones	48
6.10	Calidad del agua y su influencia en la salud de los reproductores	49
6.11	Correlación entre calidad de agua, microbiología, patología y mortalidad	50
6.12	Manejo sanitario y bioseguridad en laboratorios de maduración	51
7.	MARCO METODOLÓGICO	52
7.1	Área de estudio.....	52
7.2	Tipo y diseño de investigación	53
7.3	Metodología	54

7.4	Descripción de los lotes de reproductores analizados	55
7.5	Métodos.....	59
7.5.1	Recepción de reproductores	59
7.5.2	Recolección de muestras	60
7.5.3	Preparación de medios de cultivo.....	60
7.5.4	Análisis realizados.....	62
7.5.5	Lectura de pH, Oxígeno, temperatura y salinidad del agua de las tinas de transporte	63
7.6	Medición de parámetros físico químicos	64
7.6.1	pH.....	64
7.6.2	Oxígeno disuelto y temperatura	64
7.6.3	Salinidad.....	65
7.7	Metodología utilizada para el análisis de calidad de agua en TEXCUMAR ..	65
7.7.1	Amonios (NH ₄), Nitritos (NO ₂ -) y Nitratos (NO ₃ -)	65
7.7.2	Determinación de iones.....	67
7.7.3	Alcalinidad	67
7.7.4	Determinación de calcio-Dureza cálcica.....	68
7.7.5	Magnesio	69
7.7.6	Potasio.....	69

7.8	Análisis clínico en reproductores de <i>Penaeus vannamei</i>	70
7.8.1	Patología en fresco (montaje en fresco en microscopia directa).....	70
7.9	Siembra de agua y hepatopáncreas por el método de vertido	73
7.10	Cuantificación de unidades formadoras de colonias (UFC).....	74
7.11	Análisis estadístico	75
7.11.1	Regresión lineal simple	75
8.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	79
8.1	Análisis comparativo.....	80
8.2	Análisis de componentes principales	85
8.3	Análisis patológico.....	92
8.4	Hepatopáncreas	97
8.5	Análisis bacteriológico	109
8.6	Resultados de calidad de agua.....	118
9.	DISCUSIONES	129
10.	CONCLUSIONES	134
11.	RECOMENDACIONES	137
12.	BIBLIOGRAFÍA	139
13.	ANEXOS	153

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Principales productos exportados anualmente en Ecuador.....	35
Figura 2. Zoothamnium sp en branquias de <i>Penaeus vannamei</i>	44
Figura 3. Nemátodo	46
Figura 4. Bacterias filamentosas en branquias de <i>Penaeus vannamei</i>	47
Figura 5. Diferentes bases de laboratorio de maduración Texcumar, donde se ejecutó el estudio de los lotes	53
Figura 6. Esquematización de la fase experimental en los lotes de reproductores	58
Figura 7. Recepción de los reproductores de <i>Penaeus vannamei</i>	59
Figura 8. Toma de parámetros.....	63
Figura 9. Lectura de amonios, nitritos y nitratos	66
Figura 10. Reproductor de <i>Penaeus vannamei</i>	71
Figura 11. Patología en fresco en camarones.....	72
Figura 12. Diluciones seriadas de hepatopáncreas.....	74
Figura 13. Porcentajes de mortalidad.....	80
Figura 14. Gráfico de dispersión para las regresiones lineales de mortalidad por cada	82
Figura 15. Diagrama de barras con los valores de correlación por parámetro.....	83
Figura 16. Diagrama de barras con los valores de p estimados en la regresión lineal.	84
Figura 17. Gráfico de PCA entre las variables tomadas y la mortalidad de cada Lote.	86
Figura 18. Porcentaje de mortalidad total de los lotes	89

Figura 19. Mortalidad 7 días de cuarentena.....	90
Figura 20. Apariencia de reproductores de <i>Penaeus vannamei</i> infestados por epicomensales	93
Figura 21. Prevalencia de protozoarios epicomensales en branquias de <i>Penaeus vannamei</i>	95
Figura 22. Melanización en branquias de camarón.....	96
Figura 23. Epicomensales no identificados en branquias	97
Figura 24. Visualización de diferentes hepatopáncreas de <i>Penaeus vannamei</i>	98
Figura 25. Nemátodos en el intestino posterior del camarón.....	99
Figura 26. Quistes de gregarinas en el segmento final del intestino posterior.....	100
Figura 27. Melanización en las branquias en camarones.....	101
Figura 28. Reproductor de camarón con branquias negras a simple vista.....	102
Figura 29. Branquias melanizadas en reproductores del lote #5.....	103
Figura 30. Hepatopáncreas de diferentes reproductores del lote #5	104
Figura 31. Hepatopáncreas sin anomalías en reproductores de <i>Penaeus vannamei</i> ..	107
Figura 32. Quistes de gregarinas observados en los camarones de los lotes	108
Figura 33. Resultados bacteriológicos antes y al final de la cuarentena en el lote #1	111
Figura 34. UFC contabilizadas en el lote #2.....	113
Figura 35. UFC en análisis bacteriológico en el lote #3	114
Figura 36. UFC cuantificadas en el análisis bacteriológico del lote #4.....	115
Figura 37. Comportamiento de las UFC en el lote #6 antes y después de la cuarentena	117

Figura 38. Comportamiento de la carga bacteriana del antes y después de la cuarentena	118
Figura 39. Gráfica de la correlación mortalidad vs parámetros	121
Figura 40. Gráfico de correlación de mortalidad con distintos parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos.....	123
Figura 41. Tanques de experimentación.....	125

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía de <i>Penaeus vannamei</i>	38
Tabla 2. Datos de los reproductores de camarón	57
Tabla 3 Preparación de medios de cultivo.....	61
Tabla 4. Mortalidad de cada en 7 días de cuarentena.....	88
Tabla 5. Mortalidad total cuarentena.....	88
Tabla 6. Datos promedios de parámetros durante los 7 días de cuarentena	91
Tabla 7. Valoración patológica del lote #1	94
Tabla 8. Valoración patológica del lote #5.....	105
Tabla 9. Número de colonias en la recepción y final de la cuarentena del lote #1.....	109
Tabla 10. Unidades formadoras de colonias en ambos análisis bacteriológicos del lote #2	112
Tabla 11. Número de unidades formadoras de colonias del lote #3.....	114
Tabla 12. UFC en los análisis bacteriológicos del lote #4	115
Tabla 13. UFC del lote #5.....	116
Tabla 14. UFC cuantificadas del lote #6	118
Tabla 15. Resultados de parámetros químicos del agua proveniente de camaronera	119
Tabla 16. Resultados de parámetros químicos del agua al final de la cuarentena.....	120
Tabla 17. Resultados bacteriológicos del agua y hepatopáncreas del lote experimentación #7	126
Tabla 18. Resultados bacteriológicos post tratamiento 7 ppm.....	128

1. RESUMEN

La producción de nauplios en la provincia de Santa Elena se ve afectada por la mortalidad de los reproductores durante la cuarentena y en las salas de producción, ocasionando retrasos en las planificaciones de siembra en los precriaderos y piscinas de engorde. En los primeros meses del presente año se reportó una disminución en la producción de nauplios en la mayoría de las maduraciones por el desequilibrio de los principales factores de riesgo que influyen en la mortalidad de los camarones. En este estudio se analizó la mortalidad por lote de reproductores de *Penaeus vannamei* a la llegada al laboratorio de maduración y al final de la fase de cuarentena. La mortalidad inicial asociada al transporte fue baja en todos los lotes, pero los picos de mortalidad ocurrieron en los primeros días de cuarentena, coherentes con un estado de estrés post-traslado sobre el que incidieron variables fisicoquímicas y microbiológicas. El análisis comparativo (regresión lineal) durante el transporte mostró que el oxígeno disuelto se asoció negativamente con la mortalidad ($r = -0.88$; $R^2 = 0.77$; $p = 0.022$), evidenciando que concentraciones más altas de O_2 reducen las muertes. La temperatura presentó relación negativa moderada ($R^2 = 0.47$; sin significancia), sugiriendo mayor mortalidad a bajas temperaturas; la salinidad ($r = 0.49$; $R^2 = 0.24$; $p = 0.32$) y el pH ($r = 0.43$; $R^2 = 0.18$) mostraron tendencias positivas no significativas. El tiempo y la distancia de recorrido tuvieron correlaciones débiles ($R^2 \leq 0.07$), indicando que por sí solos no determinan la supervivencia cuando se controla la calidad del agua. El PCA explicó el 76.5% de la varianza (PC1 + PC2), diferenciando perfiles de transporte: El lote #1 y el #4 se ubicaron alejados por condiciones distintas, mientras que el lote #3 y el #6 agruparon por similitud. Los vectores más influyentes fueron oxígeno y temperatura (opuestos a la mortalidad), en tanto pH y salinidad se orientaron hacia ella, sugiriendo que desequilibrios simultáneos de estos parámetros co-ocurren con baja supervivencia. La distancia se proyectó casi perpendicular a la mortalidad, reforzando su escasa relación. En cuarentena, el análisis de correlación global confirmó patrones consistentes: mortalidad negativa con O_2 ($r = -0.38$) y salinidad ($r = -0.88$) y calcio ($r = -0.68$); positiva con amonio ($r = 0.56$), alcalinidad ($r = 0.66$) y magnesio ($r = 0.89$). Se registraron anomalías de

salinidad (p. ej., Lote #4: 1→21 ppm; Lote #6: 5→18 ppm) asociadas a mayores pérdidas. En patología, se observaron epicomensales, melanización branquial, la bacteriología mostró cargas elevadas de *Vibrio spp.* (agua y hepatopáncreas), con incrementos en algunos lotes durante la cuarentena.

Palabras claves: Nauplios, mortalidad, reproductores, epicomensales, cuarentena, temperatura, oxígeno.

ABSTRACT

The production of nauplios in the province of Santa Elena is affected by the mortality of breeders during quarantine and in the production rooms, causing delays in sowing planning in the breeding grounds and fattening pools. In the first months of this year, a decrease in the production of nauplia was reported in most maturations due to the imbalance of the main risk factors that influence the mortality of shrimp. This study analyzed the batch mortality of *Penaeus vannamei* breeders on arrival at the maturation laboratory and at the end of the quarantine phase. The initial mortality associated with transport was low in all batches, but the mortality peaks occurred in the first days of quarantine, consistent with a state of post-transfer stress on which physicochemical and microbiological variables had an impact. Comparative analysis (linear regression) during transport showed that dissolved oxygen was negatively associated with mortality ($r = -0.88$; $R^2 = 0.77$; $p = 0.022$), showing that higher concentrations of O₂ reduce deaths. The temperature presented a moderate negative relationship ($R^2 = 0.47$; without significance), suggesting higher mortality at low temperatures; salinity ($r = 0.49$; $R^2 = 0.24$; $p = 0.32$) and pH ($r = 0.43$; $R^2 = 0.18$) showed non-significant positive trends. Time and travel distance had weak correlations ($R^2 \leq 0.07$), indicating that they alone do not determine survival when controlling water quality. The PCA explained 76.5% of the variance (PC1 + PC2), differentiating transport profiles: Lot #1 and Lot #4 were located far away by different conditions, while lot #3 and lot #6 grouped by similarity. The most influential vectors were oxygen and temperature (opposed to mortality), while pH and salinity were oriented towards it, suggesting that simultaneous imbalances of these parameters co-occur with low survival.

The distance was projected almost perpendicular to mortality, reinforcing its low relationship. In quarantine, the global correlation analysis confirmed consistent patterns: negative mortality with O₂ ($r = -0.38$) and salinity ($r = -0.88$) and calcium ($r = -0.68$); positive with ammonium ($r = 0.56$), alkalinity ($r = 0.66$) and magnesium ($r = 0.89$). Salinity abnormalities were recorded (e.g., Lot #4: 1→21 ppm; Lot #6: 5→18 ppm) associated with greater losses. In pathology, epicommensal, gill melanization were observed, bacteriology showed elevated loads of *Vibrio* spp. (water and hepatopancreas), with increases in some batches during quarantine.

Keywords: Nauplii, mortality, breeders, epicommensals, quarantine, temperature, oxygen.

ABREVIATURAS

IHHNV: Necrosis hipodérmica y hematopoyética infecciosa

TSV: Síndrome de taura

WSSV: Enfermedad de la mancha blanca

YHV: Síndrome de la cabeza amarilla

IMNV: virus de la mionecrosis infecciosa

UFC: Unidades formadoras de colonias

TCBS: Tiosulfato Citrato Bilis Sacarosa

RDS: virus del enanismo en camarones

PCA: Análisis de componentes principales

pH: Potencial de hidrogeno

OD: Oxígeno disuelto

K: Potasio

Mg: Magnesio

Ca: Calcio

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

El sector camaronero en el Ecuador ha alcanzado un nivel de competitividad global debido a la combinación de innovación, sostenibilidad y calidad en cada eslabón de su cadena productiva (Suasnavas, 2025). El primer país en el mundo en producir y exportar la cantidad de 1 millón de toneladas de camarón es Ecuador, afirmó la revista AQUACULTURE, lo que lo posicionó como el mayor productor y exportador de camarón a nivel mundial.

Según el ranking que publicó la revista, Ecuador se encuentra como líder de los países mayores productores de camarón blanco del pacífico, *Penaeus vannamei*. (CNA, 2023), seguido de China, Vietnam, Estados Unidos otros países europeos. (PromaRosa, 2021). En cifras del año 2024, desde enero a diciembre se exportaron 2671 millones de libras (obteniendo una ganancia total de 6,068.4 millones de dólares (Mendoza M, 2025).

La especie *Penaeus vannamei* es reconocida por ser cultivada a nivel internacional y nacional, destacándose por su inmenso valor comercial, convirtiéndose en una de las especies más investigadas en la actualidad (Bonett, 2017). Donde destacan estudios de diversos aspectos, como su fisiología

(reproducción, metabolismo y nutrición), los parámetros deseables para su cultivo (como temperatura, salinidad y oxígeno), (Morales y otros, 2011) y las diferentes enfermedades asociadas a distintos patógenos (Cuéllar y otros, 2018). Su importancia económica, impulsa la continua investigación para mejorar su producción. Sin embargo, en las últimas décadas se han registrado pérdidas económicas derivadas principalmente a la presencia de enfermedades (Berger, C, 2000) como la mancha blanca (WSSV) que fue un problema crítico en el año 1999 en el Ecuador que causó casi la extinción del sector productivo de camarón en el país. (Pesca, 2000).

El sector camaronero en el país, desde esa crisis que atravesó por la mancha blanca ha crecido en gran manera en los siguientes años, hasta la fecha que somos el primer productor y exportador de camarón en todo el mundo y esto es gracias al trabajo conjunto de productores y asociaciones que han optado por producir un camarón de calidad, implementando nuevas e innovadoras tecnologías como mejoramiento genético, nutrición balanceada optimizada, sistemas de recirculación de agua para reducir el impacto ambiental y la mecanización en todas las divisiones de la producción acuícola como laboratorios de maduración, laboratorios de larvas, fincas camaroneras y empacadoras.

Este trabajo de investigación se centró en el primer eslabón de producción de camarón blanco (*P. vannamei*) que son los laboratorios de

maduración, el cual se lleva a cabo de una manera domesticada, todo el ciclo reproductivo del organismo, cópula, desove, recolección de huevos y eclosión, la cual se obtendrán los nauplios que son el primer estadio larvario del camarón, de tal manera para lograr un desove eficiente, implica seleccionar reproductores con los más altos estándares de calidad y mejor genética.

En nuestro país, la provincia de Santa Elena se distingue como una región importante para la producción de camarón, principalmente en la producción de larvas. En este contexto, el laboratorio Texcumar, que es el mayor centro de reproducción y mejoramiento genético de camarón en Ecuador, juega un rol fundamental en la producción de nauplios de alta calidad que abastecen al sector larvicultor a nivel nacional, (Texcumar, 2019).

El transporte de reproductores de *Penaeus vannamei* es un proceso crítico en la industria acuícola, ya que puede generar estrés en los animales y afectar su supervivencia durante la fase de cuarentena para entrar a su ciclo de producción. El estrés durante el transporte puede ser causado por factores como la manipulación, el cambio de agua, la temperatura, oxígeno disuelto, la densidad de población, la calidad del agua y entre otros, lo que puede producir la falta de absorción de nutrientes en la alimentación y un aumento en la incidencia de enfermedades (Gong & Zhen, 2024).

Sin embargo, uno de los principales desafíos en las maduraciones, son las mortalidades en los reproductores que tiene un impacto significativo en la producción de nauplios y en última instancia, la rentabilidad de la industria. El análisis de las mortalidades en reproductores de *Penaeus vannamei* en el laboratorio Texcumar es crucial para identificar los factores que influyen en la salud y supervivencia de estos organismos, y para desarrollar estrategias que mejoren la producción y la sostenibilidad de la industria.

El objetivo de esta investigación consistió en realizar un análisis de los principales factores de riesgo durante la fase de cuarentena de reproductores de *P. vannamei* e identificar las causas de mortalidades asociadas a estos parámetros. Se busca desarrollar estrategias para mejorar la salud y supervivencia de estos organismos.

PROBLEMÁTICA

El estrés en los camarones, inducido por diferentes factores (Molinos Champions, 2022), ha causado altos porcentajes de mortalidades en los sistemas de cultivo produciendo pérdidas económicas relevantes para los productores a nivel nacional e internacional.

Las mortalidades asociadas a cada sector de la cadena de producción acuícola son producidas por diferentes patógenos conocidos en el sector camaronero, pero es preciso recordar que la presencia del patógeno no es sinónimo de la enfermedad (Romero y otros, 2024), afirma el Dr. Romero (Consultor Patología Acuática) pero el problema radica en el sistema inmune del camarón que se encuentra expuesto a los patógenos potenciales y esto es producido por el estrés al cual son sometidos, ya que produce una disminución del sistema inmunológico del camarón. Las altas mortalidades de los reproductores después de ser transportados a las maduraciones se deben por los protocolos y mala aclimatación de los organismos previo al viaje. (Rios, 2020)

En la actualidad, los laboratorios de producción larval de camarón en la provincia de Santa Elena enfrentan una disminución significativa en su capacidad productiva, especialmente en las salas de maduración. Esta problemática se ha manifestado a través de un incremento en las tasas de

mortalidad en reproductores, una reducción en la capacidad de cópula y una baja producción de nauplios, afectando directamente el abastecimiento de larvas a las fases de engorde. Estos fallos en la etapa inicial del ciclo productivo han generado retrasos en los cronogramas de siembra, incumplimiento en la entrega de larvas y pérdidas económicas considerables para el sector acuícola. Por lo tanto, incluso los laboratorios de élite no están exentos de este problema de alta tasa de mortalidad debido a los factores de riesgo que producen estrés. Las mortalidades en la zona de cuarentena en las maduraciones por transporte de animales enfermos, han sido los detonantes de disminución de la oferta de nauplios, causando un retraso en las siembras piscinas en engorde.

Diversos factores pueden estar influyendo en esta situación, entre ellos, la presencia de enfermedades bacterianas que afectan a los reproductores, la calidad del agua y del alimento, así como condiciones estresantes como fluctuaciones bruscas de temperatura y salinidad.

Para mitigar este problema que genera grandes pérdidas económicas debido a que un día perdido en producción significa grandes cifras de dinero de inversión y pérdida (Nath y otros, 2024), se establecieron objetivos para identificar los factores físicos, químicos y microbiológicos que sean los posibles causantes de las mortalidades, mediante los análisis establecidos para anticiparnos al punto crítico en capacidad patógena, mediante las estrategias profilácticas establecidas por los especialistas y a la vez monitoreamos los parámetros para evitar un desbalance.

2. JUSTIFICACIÓN

La importancia de estudiar el origen de una producción sostenible con los estándares más altos de trazabilidad y calidad de producción, es conocer el primer eslabón del ciclo productivo de camarón blanco, que son los laboratorios de maduración. En esta división se lleva a cabo los procesos reproductivos de *Penaeus vannamei*, induciendo a la fertilización de las hembras de una línea de reproductores seleccionados con la mejor genética para dar origen a nauplios, que se convertirán en diferentes estadios larvarios de excelente calidad. Las pérdidas de reproductores por patologías de origen bacteriano, virales, fungales y epicomensales, los problemas de calidad de agua estacionales, se han convertido en los mayores enemigos de las maduraciones, disminuyendo las proyecciones de producción de nauplios por mortalidades altas.

Siendo la industria camaronera uno de los pilares económicos de la provincia de Santa Elena y del país. Por lo tanto, garantizar la calidad y eficiencia en la producción de los primeros estadios larvarios es esencial para mantener la competitividad y sostenibilidad del sector. Esta investigación permitió determinar las causas que contribuyen a las mortalidades de los reproductores durante la fase de cuarentena, previo de entrar al ciclo de producción, que podrían estar comprometiendo el éxito de la maduración, realizando análisis de microscopia en fresco en la recepción de los reproductores de *P. vannamei*. Gracias a las diferentes técnicas científicas

esenciales, retomando la biología microscópica como herramienta científica para identificar el problema en la producción (Jiménez y otros, 2025)

El estado de salud de los reproductores y la falta de controles de los parámetros esenciales durante el transporte y en los módulos de reserva, conllevan a la necesidad de a más de la trazabilidad, priorizar el bienestar de los animales, monitoreando los principales factores de riesgo que comprometen la supervivencia de los reproductores en los laboratorios de maduración y levantar la información de datos biológicos para correlacionarlos con las mortalidades.

El desarrollo de este trabajo de investigación no solo aportó conocimientos científicos relevantes sobre las mortalidades ocurridas en el laboratorio de maduración, sino que también brindó sugerencias y medidas profilácticas para anticiparnos a las mortalidades ocurridas en los camarones y mejorar la producción de nauplios.

Además, los resultados de esta investigación tienen implicaciones directas para los productores, fortaleciendo así la posición competitiva de Ecuador en el mercado global del camarón, de tal manera este trabajo no solo aborda un problema técnico de gran relevancia, sino que también contribuye al desarrollo sostenible y competitivo de la industria.

3. OBJETIVO PRINCIPAL

Establecer las causas que contribuyen a las mortalidades de reproductores de *Penaeus vannamei* durante la fase de cuarentena mediante el análisis de los principales factores de riesgo determinando la supervivencia en los módulos de producción.

4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un análisis comparativo de mortalidad en los lotes de reproductores en base a factores de distancia y tiempo del transporte desde las piscinas de procedencia hacia el laboratorio de maduración.
- Registrar un análisis clínico mediante pruebas microbiológicas y microscopia en fresco en ejemplares de reproductores de *Penaeus vannamei*, evidenciando el estado de salud en la recepción de los lotes.
- Determinar la influencia de los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos y su viabilidad en los reproductores de camarón y tasa de mortalidad.

5. HIPÓTESIS

Hipótesis alternativa (H1)

El estrés ocasionado por el transporte de reproductores junto con los principales factores de riesgo (Físicoquímicos y microbiológicos) influyen en la mortalidad de *Penaeus vannamei* en la fase de cuarentena.

CAPÍTULO II

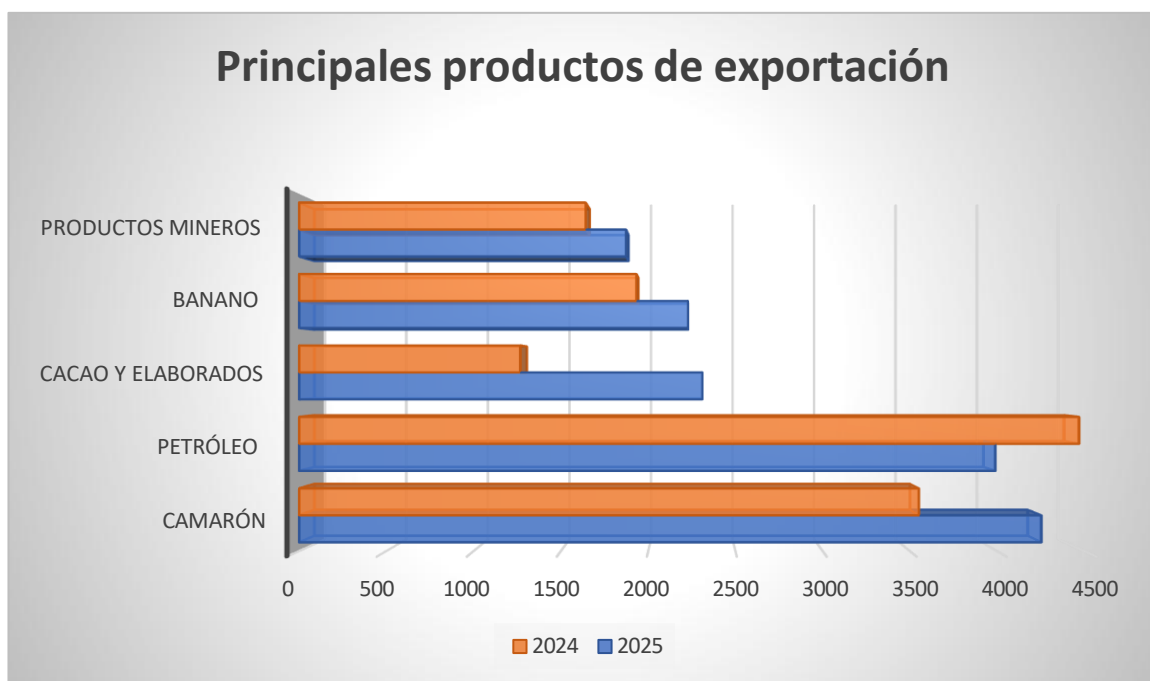
6. MARCO TEÓRICO

6.1 El sector camaronero en el Ecuador

Penaeus vannamei representa un alto valor comercial nacional e internacional y es una de las especies más estudiadas en la actualidad, en Ecuador en el año 2019 fue el producto más exportado de origen no petrolero (CNA, 2019), en cifras actuales, en el primer semestre del año 2025 se convirtió en el primer producto de exportación de Ecuador, superando al petróleo (González, 2025).

El sector camaronero en Ecuador es el más productivo y representa el 95% de la producción del país (Coello, 2020), en el cual existen aproximadamente 175.748 hectáreas de cultivo de esta especie principalmente en las provincias del Guayas y el Oro, según la revista “Primicias”, entre los meses de enero a julio del 2025, se exportaron 718.000 toneladas lo que representa un valor de 4,254 millones de dólares.

Figura 1. Principales productos exportados anualmente en Ecuador



Nota. Datos del primer semestre de cada año, monto en millones de USD revista primicias, (BCE 2025).

6.2 El impacto de la industria camaronera en la provincia de Santa Elena

La provincia de Santa Elena en relación al sector camaronero se caracteriza por ser el mayor productor de larvas de camarón en el país y es considerada como la cuna de los laboratorios de maduración y post larvas del mejor camarón del mundo.

Es en el sector larvicultor donde se lleva a cabo la primera etapa de la producción de *Penaeus vannamei* que son los laboratorios de larvas, los cuales se dividen en dos divisiones que son los laboratorios de maduración

y postlarvas. El primero se direcciona en producir los nauplios que son el primer estadio larvario del camarón, el cual le antecede una serie de procesos biológicos estandarizados, desde la obtención de reproductores seleccionados desde las fincas camaroneras, el transporte y la recepción de los mismos en los centros de reproducción o también llamados “maduraciones”, cópula, fertilización de las hembras, desoves, recolección de huevos hasta una eclosión eficiente de los nauplios de calidad que se convertirán en los diferentes estadios larvarios.

La larvicultura en la provincia de Santa Elena produce la cantidad aproximada de 200.000 millones de larvas al año y genera ganancias de 360 millones en ventas según la asociación de laboratorios productores de larvas de camarón (ASOLAP), a su vez genera 4.000 plazas de empleo directo y 10.000 empleos indirectos (Tierra&Mar, 2025), favoreciendo a la economía local y al sustento de las familias en la provincia.

Esta industria tiene un enfoque innovador, tecnológico, de mejoramiento genético, estrategias terapéuticas, nutrición, biotecnológico y entre otros, y esto se refleja en los eventos como la feria y congresos de Aqua Expo (Panorama acuícola, 2024), organizada por la Cámara nacional de acuicultura y la expo larva organizada por la ASOLAP cada año (El Universo, 2025), donde se reúnen expertos y profesionales del sector, exponiendo sus conocimientos y trabajos de investigación científica con temas de gran relevancia que tienen un aporte técnico a la industria para su desarrollo exponencial.

6.3 Texcumar empresa líder en la producción de nauplios

Con más de 20 años de experiencia y competitividad en el mercado, Texcumar se ha consolidado como la principal proveedora de nauplios de alta calidad en el país, teniendo 7 bases operativas actualmente con una producción de aproximadamente 800 millones de nauplios diarios. Certificada por la GLOBAL, A, P

6.4 Camarón blanco del pacífico (*Penaeus vannamei*)

El camarón blanco del pacífico, perteneciente al filo de los artrópodos, es un crustáceo del orden Decapoda nativo de la región del pacífico oriental, el cual se ha adaptado a entornos marinos como estuarinos y a lo largo del tiempo también se lo cultiva en hábitats de agua dulce (Barnes, 1983). Su alimentación es omnívora y permanecen dentro del sedimento ya que son especies carroñeras, alimentándose de detritos en su entorno. Su ciclo de vida se divide por diferentes estadios larvarios.

6.5 Ciclo de vida

El desarrollo embrionario se da en el huevo que dura de 14 a 16 horas aproximadamente después de la fertilización, el estadio inicial se denomina nauplio, existiendo 5 subestadios naupliares y es una larva nadadora con un solo ojo y apéndices sub desarrolladas. El estadio de Zoea aparece después de la quinta metamorfosis del nauplio, esta larva se caracteriza por la

diferenciación de ciertas partes como el cefalotórax y el abdomen y un nado hacia delante (Edemar y otros, 1996) y este estadio tiene tres subestadios y su morfología consta por su desarrollo de apéndices y la aparición de ojos compuestos.

Luego las larvas mudan al estadio mysis que se caracteriza por poseer un cuerpo encorvado en la región abdominal y nado por contracciones abdominales, de igual manera consta con tres subestadios y posterior a esta etapa se convertirán en postlarvas y desarrollaran pleópodos y pereiópodos que son apéndices de locomoción.

6.6 Taxonomía de la especie

Tabla 1. Taxonomía de Penaeus vannamei

Taxonomía

Phylum	Arthropoda
Clase	Malacostraca
Orden	Decapoda
Suborden	Dendobranchiata
Superfamilia	Penaeoidea
Familia	Penaeidae
Género	Litopenaeus
Especie	<i>vannamei</i>

Nota. Descripción taxonómica de la especie *P. vannamei*. Fuente (Barnes 1996).

6.7 Principales enfermedades del camarón

El sector camaronero a nivel global, sufre pérdidas económicas significativas por causa de las diferentes patologías ya conocidas como el virus de la mancha blanca (WSSV), virus de la necrosis infecciosa hematopoyética e hipodérmica (IHHNV), el virus del síndrome de taura (TSV) y entre otros, causadas por diferentes agentes patógenos que son influidos por el medio donde habita el camarón, tanto así se han desarrollado técnicas científicas para el diagnóstico de dichas enfermedades como la microscopía en fresco por observación directa, tinciones rápidas y análisis microscópicos que constituyen una herramienta eficaz para detectar lesiones iniciales (Alday-Sanz, 2021).

6.7.1 Enfermedades de origen viral

Hoy día, existen cerca de 20 virus que impactan de manera directa o indirecta a los camarones (Aguirre y Valle, 2000). Lightner (2011) reportó que, en América, los virus del síndrome de Taura (TSV), el virus de la necrosis infecciosa hematopoyética e hipodérmica (IHHNV), el virus de la cabeza amarilla (YHV), el virus de la mionecrosis infecciosa (IMNV) y el virus del síndrome de la mancha blanca (WSSV) son los más comunes, provocando serios problemas económicos en los sistemas de producción acuícola.

6.7.2 Virus del síndrome de Taura (TSV)

Esta infección tuvo sus inicios en Ecuador en fincas camaroneras adyacentes al río Taura, diseminándose de una manera muy rápida a todo el continente americano. El mecanismo de infección de TSV consiste en invadir y replicarse en las células epiteliales de la epidermis del exoesqueleto y epidermis cuticular de branquias, intestino anterior (esófago y estómago) y del intestino posterior. Llega a infectar también la glándula antenal, órgano hematopoyético, hepatopáncreas y epitelio intestinal. (Arce y otros, 2012)

Los camarones enfermos en la fase aguda suelen presentar una coloración rojiza, especialmente en la cola y los pleópodos, como resultado de la expansión de los cromatóforos rojos. Los individuos tienen el caparazón blando y el intestino vacío, y suelen morir durante la muda. Los camarones supervivientes que entran en la fase de transición (recuperación) presentan lesiones melanizadas de forma irregular en el cefalotórax, la cola y los apéndices como resultado de la acumulación de hemocitos, pero por lo demás pueden parecer y comportarse con normalidad. (Walker & Mohan, 2009)

6.7.3 Virus de la necrosis infecciosa hematopoyética e hipodérmica (IHHNV)

Se han identificado al menos cuatro genotipos diferentes del IHHNV, pero sólo dos de los cuatro han demostrado ser infecciosos para camarón blanco del pacífico, aunque la mayoría de las especies de peneidos pueden resultar infectadas con este virus (Arce y otros, 2012). En los estadios juveniles y sub adultos de camarón blanco más que una elevada mortalidad, produce una enfermedad crónica que se conoce como “síndrome de la deformidad y del enanismo” (RDS), en donde los principales síntomas son un crecimiento reducido e irregular y deformidades en el rostrum. (Bell & Lightner, 1984).

6.7.4 Virus de la cabeza amarilla (YHV)

Es comúnmente conocido como el virus asociado a la branquia (GAV, por sus siglas en inglés) (Arce y otros, 2012). Es un virus de RNA de cadena sencilla (ssRNA), tiene forma cilíndrica, presenta una envoltura y es de replicación citoplasmática; es clasificado por la Comisión Internacional para la Taxonomía de los Virus como especies únicas del género Okavirus, de la familia Roniviridae, del orden de los Nidovirales (Fauquet y otros, 2004).

La enfermedad de la cabeza amarilla afecta las diferentes etapas del camarón y se caracteriza por un rápido consumo de alimento seguido de una baja alimentación y el comportamiento de camarones desorientados y moribundos en los bordes de las piscinas, con una mortalidad que se acelera rápidamente. La enfermedad debe su nombre al aspecto blanquecino o amarillo pálido del cefalotórax, resultado de la decoloración del hepatopáncreas subyacente, pero esta condición no siempre es evidente. (Walker & Mohan, 2009).

6.7.5 Virus de la mionecrosis infecciosa (IMNV)

La mionecrosis infecciosa (IMN) es la más reciente de las principales enfermedades víricas del camarón. Se detectó por primera vez en septiembre de 2002 en *P. vannamei* de cultivo en Pernambuco, en el estado de Piauí, al noreste de Brasil (Lightner y otros, 2004). Este virus posee una cadena doble de RNA, presenta un tamaño de 40 nm y su genoma consta de 75.6 Kb, pertenece a la familia Totiviridae (Panchana y otros, 2011).

IMNV infecta camarones peneidos. Infecciones naturales han sido observadas únicamente en *Penaeus vannamei*. La transmisión de la enfermedad puede ocurrir horizontalmente a través del agua y canibalismo. Los camarones infectados presentan áreas necróticas en el músculo estriado (esquelético) del abdomen (cola). Estas áreas necróticas son multifocales en

sus inicios y posteriormente se vuelven más difusas, incrementando en tamaño hasta que se expandan abarcando casi la totalidad de la cola. En estadios avanzados de la enfermedad, las zonas necróticas adquieren una coloración rojiza-anaranjada. (Cuéllar y otros, 2018)

6.7.6 Virus del síndrome de la mancha blanca (WSSV)

Es el patógeno más conocido en el sector camaronero cuyo material genético consiste en ADN de doble cadena, y fue asignado a la familia Nimaviridae y al género de Whispovirus (Mayo, 2002). Desde finales de los 90s, este virus ha sido el que más ha impactado económicamente a la mayoría de las granjas camaroneras del mundo, ya que ha causado hasta el 100% de mortalidad acumulada dentro de los dos a diez días posteriores a la aparición de signos de la enfermedad (Arce y otros, 2012).

Los camarones infectados presentan una decoloración rojiza-rosada, parecen letárgicos, dejan de alimentarse y se congregan en los bordes de los estanques. Las manchas blancas se observan comúnmente bajo la cutícula de los camarones enfermos, pero no son patognomónicas, y pueden aparecer signos similares como resultado de una infección bacteriana. (Walker & Mohan, 2009)

6.7.7 Parásitos epicomensales

Son organismos cosmopolitas distribuidos en todos los ambientes acuícolas. Los epicomensales más comunes pertenecen a los géneros *Zoothamnium spp.*, *Epistylis spp.*, *Acinetas spp.* Estos protozoarios son observados rutinariamente en branquias, cutícula y apéndices, mediante análisis en fresco e histológicos. (Panchana y otros, 2011).

Figura 2. Zoothamnium sp en branquias de Penaeus vannamei



Nota. Se observa *Zoothamnium sp.* (flecha). Foto captada con objetivo de 10 X. Sección de parafina de 4 μ m. Tinción de Pinkerton. Fijador: Solución de Davidson. Fuente (Atlas de Histopatología 2011).

Su infestación sobre potenciales hospederos se conoce como “fouling”. Las infecciones leves se caracterizan por mostrar coloración rojiza en la superficie del cuerpo y pardo-negrucza en las branquias, lo cual es útil para el diagnóstico preliminar. Pueden causar importantes mortalidades

cuando colonizan branquias, apéndices y cutícula de estadios larvarios y juvenil. (Panchana y otros, 2011).

6.7.8 Parásitos internos (Gregarinas)

Son protozoarios parásitos que habitan cavidades corporales de invertebrados, con trofozoitos y fases sexuales extracelulares. La única especie reportada como causante de daños en varias especies de camarones es la denominada *Nematopsis penaei*. infectan la mucosa de los intestinos medio y posterior, el hepatopáncreas y el ciego intestinal del camarón, causando la destrucción del epitelio intestinal y afectando su capacidad de absorción. Cuando las gregarinas infectan camarones extensamente, los hospederos presentan mortalidades elevadas, intestino vacío e inflamado y una reducción en el crecimiento que afecta principalmente a estadios juveniles y reproductores. (Panchana y otros, 2011)

6.7.9 Parásitos externos o internos (Nemátodos)

Son organismos que habitan en todos los ambientes; algunos son de vida libre (marinos, dulceacuícolas y terrestres). Son gusanos redondos que se distinguen por ser pseudocelomados, tienen el cuerpo alargado, cilíndrico y no segmentado con simetría bilateral. Existe una gran diversidad de especies. Miden desde menos de 1 mm a 50 cm. Es muy común encontrar

larvas de nemátodos en los camarones Penaeidos, debido a que éstos son hospederos intermediarios y, por lo tanto, las etapas larvarias pueden encontrarse en tejidos de camarón. Fácilmente observados en fresco por montaje de intestino o branquias. Por Histología se observan cortes transversales enquistados. Reportes indican que estos parásitos pueden afectar la supervivencia o el crecimiento de camarones de cultivo. (Panchana y otros, 2011).

Figura 3. *Nemátodo*



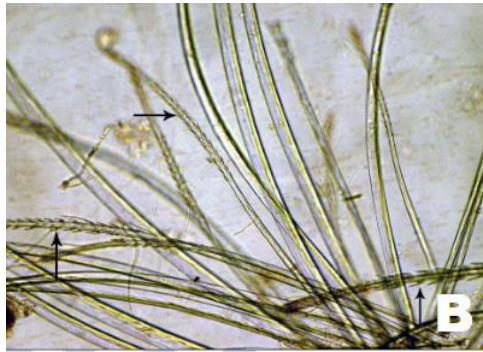
Nota. La conducta colonizadora de estos protozoarios, causantes de “fouling”, los lleva a crecer incluso sobre otros organismos presentes en el agua. Se observa un nemátodo libre en una muestra de agua de piscina camaronera, el cual está cubierto por algunos especímenes de *Acineta* sp.

6.7.10 Bacterias filamentosas

Son seres aeróbicos que se componen de elementos aeróbicos. filamentos largos sin ramas, unidos a sustratos vivos u orgánicos persistentes. Son de longitud flexible, que no se introducen en la cutícula, branquias,

pleópodos o pereiópodos de los camarones que se encuentran impactados. En exceso pueden obstaculizar la respiración, nutrición y la respiración.

Figura 4. Bacterias filamentosas en branquias de *Penaeus vannamei*



Nota. Preparación en fresco de branquias de camarón juvenil *P. vannamei*. Se observan bacterias filamentosas en grado medio (flechas), fuente (Atlas de histopatología 2011).

6.8 Enfermedades de origen bacteriano en *Penaeus vannamei*

Las bacterias, especialmente las del género *vibrio*, son reconocidas como patógenos oportunistas, lo que significa que se encuentran en un estado latente en el entorno de cultivo, pero pueden pasar de ser saprófitas a patógenas cuando las circunstancias lo ameriten (Tjahjadi, 1994) afectando de manera sistémica al camarón (Sazali, 2008).

Frente a distintos factores de estrés, estas bacterias pueden provocar infecciones en estos organismos, como la necrosis hepatopancreática aguda (NHPA) causada por *Vibrio parahaemolyticus* (Restrepo y otros, 2021) y la

vibriosis la cual es la causante de altas mortalidades en todos los sistemas de producción de camarones peneidos (Cuéllar J. , 2013), causada por bacterias Gram-negativas del género *Vibrio*, como *Vibrio parahaemolyticus* y *Vibrio alginolyticus*, que en las etapas larvarias o juveniles, esta enfermedad puede provocar una mortalidad de hasta el 100% (Gayuh, 2024).

Este tipo de microorganismos genera infecciones mortales al relacionarse con elementos nutricionales, así como factores bióticos, abióticos, genéticos e inmunológicos. Las especies que ocasionan una alta tasa de mortalidad en las granjas de camarones incluyen: *Vibrio parahaemolyticus*, *V. alginolyticus*, *V. harveyi* y *Photobacterium damsela*. Asimismo, las especies que han mostrado cepas patógenas en laboratorios responsables de muertes en larvas y postlarvas son: *V. harveyi*, *V. splendidus* y *Vibrio sp.* (Morales Covarrubias, 2008).

6.9 Estrés en camarones

El estrés en los organismos provoca cambios en todos sus sistemas, produciendo respuestas adversas en el metabolismo, regulación inmunológica, regulación hormonal y osmorregulación, haciendo al

organismo más susceptible al ataque de cualquier agente patógeno, afectando la capacidad de supervivencia, reproducción y crecimiento.

El sistema reproductivo de *P. vannamei* está influenciado por factores ambientales como temperatura, salinidad, fotoperíodo y nutrición (Zhou et al., 2022). La maduración gonadal y la vitelogénesis dependen de la disponibilidad de ácidos grasos esenciales, proteínas y vitaminas, siendo crucial una dieta balanceada con alimento fresco y balanceado. Además, el sistema inmune innato basado en hemocitos, melanización y péptidos antimicrobianos determina la respuesta frente a agentes patógenos

6.10 Calidad del agua y su influencia en la salud de los reproductores

La calidad del agua es el factor ambiental por excelencia más determinante en la fisiología y supervivencia del camarón. Factores como temperatura, oxígeno disuelto, pH, salinidad, amonio, nitrito y nitrato influyen directamente en el metabolismo, crecimiento y reproducción y es por eso que en los sistemas de producción acuícola es indispensable mantener estable estos parámetros. (Boyd & Tucker, 2021).

La degradación de la calidad del agua, causada por la acumulación de materia orgánica, un exceso de comida o recambios deficientes, produce

condiciones anaeróbicas que promueven la multiplicación de bacterias oportunistas, especialmente del género *Vibrio* (Soto-Rodríguez y otros, 2020). Además, altos niveles de amonio no ionizado (>0.1 mg/L) y nitritos (>0.3 mg/L) pueden provocar estrés fisiológico, supresión del sistema inmunológico y mortalidades (Furtado y otros, 2020).

6.11 Correlación entre calidad de agua, microbiología, patología y mortalidad

Las pérdidas de reproductores en los laboratorios de maduración, se deben a una compleja interacción entre elementos ambientales, microbiológicos y fisiológicos. Una mala calidad del agua provoca estrés, lo que favorece la proliferación de bacterias y provoca infecciones de tipo sistémico (Liu et al., 2022).

El incremento en la materia orgánica eleva los niveles de *Vibrio spp.*, modificando la flora natural del sistema y poniendo en riesgo la inmunidad del camarón (Xiong y otros, 2022). El análisis patológico y microbiológico facilita la identificación de los agentes causantes que provocan las mortalidades, lo que permite establecer estrategias correctivas, como la mejora de la biofiltración mecánica, la aplicación de probióticos o modificaciones en las rutinas de recambio y limpieza (Zhu y otros, 2023).

6.12 Manejo sanitario y bioseguridad en laboratorios de maduración

Es imprescindible la bioseguridad para disminuir los riesgos de mortalidad y propagación de enfermedades mediante la contaminación en los sistemas de recirculación del agua. Incorpora la supervisión de la entrada de reproductores, la desinfección de los tanques, el control de la calidad del agua y la gestión del alimento fresco (De Schryver & Vadstein, 2020). La utilización de sustancias como el ácido peracético o el yodo, virkon etc., en combinación con la filtración mecánica y la esterilización por luz UV, contribuye a preservar la estabilidad de los microorganismos (López-Torres y otros, 2023). De igual forma, el uso de probióticos basados en *Bacillus* y *Lactobacillus* potencia la salud intestinal y la respuesta inmunológica (Huerta-Rábago y otros, 2021). Una estrategia de salud apropiada debe contemplar seguimientos microbiológicos semanales, registros de mortalidad y análisis de enfermedades en fresco como medida preventiva.

Capítulo III

7. MARCO METODOLÓGICO

7.1 Área de estudio

La investigación se desarrolló en la compañía TEXCUMAR S.A, el cual es un centro de reproducción y mejoramiento genético de camarón y es el mayor productor de nauplios del Ecuador, está ubicado en la Provincia de Santa Elena en el Km 2,5 vía a San Pablo – Monteverde. La empresa posee 7 bases de maduración operativas, siendo base 1 la principal, ubicada a una latitud $2^{\circ}07'41.58''$ S y longitud $80^{\circ}45'46.35''$ O, al lado se encuentra la base 3 a latitud $2^{\circ}07'42.45''$ S y longitud $80^{\circ}45'47.50''$ O, base 2 y 4 se encuentran juntas en el Km 3,5 vía Monteverde a latitud $2^{\circ}06'23.34''$ S y longitud $80^{\circ}44'54.62''$ O y la base 5 en el km 2 vía a San Pablo con coordenadas latitud $2^{\circ}08'00.31''$ S y longitud $80^{\circ}46'06.21''$ O (Figura 5).

Figura 5. Diferentes bases de laboratorio de maduración Texcumar, donde se ejecutó el estudio de los lotes



Nota. Base 1, 2, 3, 4 y 5 de Texcumar, fueron objeto de estudio en la fase experimental en el análisis de cada lote durante la fase de cuarentena. Obtenidas de QGIS 2025.

7.2 Tipo y diseño de investigación

El presente estudio es de enfoque cuantitativo de alcance explicativo ya que mediante los análisis puntuales dirigidos a cada lote de reproductores se buscó explicar por qué ocurrieron las altas mortalidades durante la fase de cuarentena y en que se relacionaron estas variables o principales factores de riesgo que tuvieron influencia en la supervivencia de cada lote (Hernández Sampieri y otros, 2014).

El antes y el después del análisis realizado a los reproductores nos sirvió como referencia al estado de salud que llegó el camarón y como entró a la fase de producción y las mediciones ejecutadas según nuestro diseño de

experimentación el cual respondió de manera positiva a la obtención de nuestros resultados.

7.3 Metodología

Seis lotes distintos fueron analizados y alineados a los objetivos establecidos, realizando lectura de parámetros fisicoquímicos y análisis microbiológicos mediante técnicas bacteriológicas y patología en fresco, para determinar la influencia de los mismos en relación con las mortalidades registradas durante la fase de cuarentena en los módulos de reserva del laboratorio de maduración.

Estos análisis se efectuaron al momento de llegada de cada lote para evidenciar el estado de salud del reproductor y referenciar su evolución durante la cuarentena, realizando así un segundo análisis al final de dicha etapa, analizando la influencia de los parámetros en las mortalidades registradas.

Específicamente los análisis realizados fueron toma de parámetros físicos del agua como temperatura, oxígeno disuelto y químicos (salinidad, pH, alcalinidad, calcio, potasio, magnesio, amonios, nitritos y nitratos) para determinar la calidad del agua del entorno del camarón. Dichos análisis fueron realizados mediante equipos estandarizados en la acuicultura y

reactivos específicos. Desde la perspectiva microbiológica, se realizó un análisis patológico en fresco visualizando las principales partes del camarón para identificar posibles agentes patógenos. En lo bacteriológico, se realizó siembras por vertido en medios de cultivo, selectivos de muestras de agua y hepatopáncreas la cual es una técnica esencial en bacteriología que permite cultivar microorganismos en un medio controlado para su estudio (IEQFB, 2024).

7.4 Descripción de los lotes de reproductores analizados

Los lotes de reproductores provenientes de las fincas camaroneras fueron establecidos a sus bases de destino donde se realizaron sus análisis respectivos conforme al diseño de experimentación.

El lote #1 proveniente de la camaronera “La Valentina” en continente agua salada a 20 ppm de salinidad, llegó a la base 3 de Texcumar, en dos camiones con 7 tinas de 1 TN cada uno, con una población total de 3.290 reproductores distribuidos en 235 camarones por tina con una distancia de 154 km y 4 horas de recorrido, llegando con 67 individuos muertos que engloba el 2% de mortalidad por transporte.

De igual manera el lote #2 proveniente de agua salada de continente en el sector las esclusas en Guayaquil llegaron a la base 1, un total de 3.500 camarones distribuidos en 14 tinas con una densidad de 250

animales por tina con una salinidad de 20 ppm y a una distancia de 160 km recorridos en 3 horas con 10 minutos, la mortalidad fue de 6 organismos equivalente al 0,2% de mortandad.

El lote #3 proveniente de la misma camaronera y misma salinidad al lote anterior, llegó a la base 4 de Texcumar con 4.060 animales transportados y distribuidos en 14 tinas con una densidad de 290 animales por tina y registró 4 individuos muertos que equivale al 0,1% de pérdida.

El lote #4 de agua dulce cultivo tierra adentro, llegó a la base 5 de Texcumar con una población de 4060 reproductores distribuidos en 14 tinas en una densidad de 290 animales por tina en salinidad de 1ppm, la procedencia de este lote fue del sector Tosagua en la provincia de Manabí con una distancia de 227 km recorridos en 5 horas de viaje, registrando 34 individuos muertos equivalente al 0,83% de mortalidad.

El quinto lote llegó a la base 3 desde el sector Puerto Inca, provincia del Guayas con un total de 4.100 reproductores en 14 tinas con una densidad de 292 animales por tina, este lote llegó con una salinidad de 31 ppm y registró 59 camarones muertos, lo que corresponde al 1,43% de mortandad y la distancia fue de 193 km en 3 horas de transporte.

El último lote proveniente del sector Taura, llegó a la base 2 con una distancia de 190 km recorridos en 4 horas ½, registró 20 camarones muertos de 3.780 individuos durante el transporte, lo que equivale al 0,52% de mortalidad, con una densidad de 270 animales por tina distribuidos en 14 tinas, este lote llegó a una salinidad de 5 ppm. Cabe recalcar que todos los seis lotes objeto de análisis, llegaron a las diferentes bases en diferentes fechas, desde julio a octubre del 2025, todos los lotes descritos se encuentran tabulados en la tabla 2.

Tabla 2. Datos de los reproductores de camarón

Lote	Fecha	# Camarones	Base	Km	Horas	Mortalidades	Porcentaje	Salinidad ppm	Densidad
1	24/07/2025	3290	3	154	4	67	2%	20	235/t
2	07/08/2025	3500	1	160	3 h 10m	6	0,2%	20	250/t
3	08/08/2025	4060	4	161	4h 15 m	4	0,1%	20	290/t
4	21/08/2025	4060	5	227	5	34	0,83%	1	290/t
5	09/09/2025	4100	3	193	3	59	1,43%	31	292
6	09/10/2025	3780	2	190	4 h 30 m	20	0,52%	5	270/t

Nota: Datos de llegada de los lotes a las diferentes bases destino en Texcumar

Figura 6. Esquematización de la fase experimental en los lotes de reproductores



Nota. Análisis realizados en la recepción y en los módulos de cuarentena de cada lote de reproductores

7.5 Métodos

7.5.1 Recepción de reproductores

La recepción de los futuros reproductores en el laboratorio de maduración es una etapa muy importante debido al transporte previo desde la finca camaronera hasta la maduración, los camarones están debilitados tras estar expuestos a factores que generan estrés y se los debe manejar con mucho cuidado. (Cortés, 2006)

*Figura 7. Recepción de los reproductores de *Penaeus vannamei**



Nota. Cada lote de reproductores transportados en camiones fue recibido en las diferentes bases de texcumar.

7.5.2 Recolección de muestras

Para el análisis bacteriológico en el laboratorio de microbiología, se tomaron muestras aleatorias del agua de las tinas y de los tanques en los módulos de reserva en recipientes esterilizados de orina con un volumen de 250 ml. Previamente al tomar las muestras se realizó una desinfección total de las manos con alcohol absoluto y una vez sacada la muestra se la roció con dicha solución, para así evitar la contaminación y se la reservo en refrigeración.

Para el análisis de calidad de agua (Amonios, Nitritos y Nitratos) y la determinación de la concentración de iones (Alcalinidad, K, potasio y magnesio) se obtuvieron muestras del agua de las tinas y de los tanques de reserva en unos frascos plásticos de 250 ml para ser analizados en el laboratorio de química y calidad de agua.

7.5.3 Preparación de medios de cultivo

El medio que se utilizó para cultivar el microorganismo dependió del microorganismo que se intentó aislar o identificar (Reynolds, 2021). Para el análisis de carga bacteriana se necesitaron medios de cultivos selectivos, para el crecimiento de *Pseudomonas* se utilizó CHROMagar *pseudomona*, también Agar Tiosulfato-Citrato-Bilis-Sacarosa (TCBS) de la marca Condalab para el cultivo de vibrios totales, para crecimiento de UFC de *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio vulnificus* y *Vibrio alginolyticus* se utilizó CHROMagar vibrios.

Tabla 3 Preparación de medios de cultivo

Medios de cultivo	Preparación
CHROMOagar <i>Pseudomonas</i>	Se coloca 1 L de agua destilada medida con una probeta graduada de 250 ml en una fiola o matraz Erlenmeyer esterilizado, luego se coloca 44.5 gr de agar CHROMOAGAR <i>Pseudomona</i> , luego se lleva a un agitador magnético hasta llegar al punto de ebullición.
TCBS	Se coloca 88.1g en 1 litro de agua destilada en una fiola o matraz Erlenmeyer esterilizado, luego se la lleva al agitador magnético con calentador para llegar al punto de ebullición.
CHRMOagar <i>Vibrios</i>	Se coloca 1 L de agua destilada medida con una probeta graduada de 250 ml en una fiola esterilizada, luego se coloca 74.7 gr de agar CHROMOAGAR <i>Vibrio</i> , luego se lleva a un agitador magnético hasta llegar al punto de ebullición.

Nota: Descripción de la preparación de los medios de cultivos, información recopilada de (Anzoategui, 2025) Ortega, 2024; Condalab, 2021 & CHROMagarTM, 2024.

Por lo general se preparó 8,9 gramos del agar requerido por cada 100 ml, para medir el volumen del agua destilada se utilizó una probeta de 250 ml para llenar con agua destilada en una fiola de 1000 ml, luego se esterilizó la fiola. Comúnmente la esterilización en la autoclave se realiza a temperatura de 121 °C durante 15 min (Rodríguez & Zhurbenko, 2018).

7.5.4 Análisis realizados

En este estudio llamamos “muestreo” al análisis y lectura de parámetros físico químicos, calidad de agua (Alcalinidad, Ca, K, Mg, Amonios, nitritos, nitratos), análisis de microscopia en fresco para revisar las branquias, hepatopáncreas en donde se revisó el nivel de vacuolas lipídicas y túbulos (Skretting, 2019) y en el sexto segmento abdominal, el cual es el órgano final del tracto digestivo donde visualizamos parásitos como trofozoítos o quistes de *gregarina sp.*

Se realizaron dos muestreos durante la fase experimental, el primero fue en la llegada del reproductor y el segundo muestreo en el último día de cuarentena previo a entrar a producción. El número de días de cuarentena varía, dependiendo de la demanda de producción, en este estudio se tomaron los primeros 7 días de cuarentena en el cual hubo un control diario de los principales parámetros (Oxígeno, temperatura, salinidad y pH). El tercer día es el más crítico y se registraron las mayores mortalidades. A su vez también se realizó bacteriología en agua y Hepatopáncreas para conocer la carga bacteriana en el medio y en el HP, el cual es el órgano más importante del camarón (Kibenge & Strange, 2021).

7.5.5 Lectura de pH, Oxígeno, temperatura y salinidad del agua de las tinas de transporte

Antes de empezar las transferencias de los animales a sus módulos de reserva o cuarentena, se procedió a medir los principales parámetros físicos y químicos del agua, para tener una referencia del entorno del animal y la calidad de agua manejada en camaronera y tomamos directamente de las tinas donde fueron transportados para obtener un resultado más preciso y consistente.

Figura 8. Toma de parámetros



Nota. Se realizó lectura de los parámetros fisicoquímicos del agua de las tinas de transporte al momento de la recepción de cada lote de reproductores.

7.6 Medición de parámetros físico químicos

7.6.1 pH

Para la medición de pH de las tinas y tanques, se utilizó un pH-metro waterproof de la marca HANNA que es un medidor de pH con una exactitud de ± 0.05 pH. Tiene muchas características avanzadas que se encuentran en instrumentos más caros. La calibración es mediante dos conjuntos de soluciones o buffers seleccionables (4.01, 7.01 y 10.01 o 4.01, 6.86 y 9.18). Este equipo integra un electrodo, que sirvió para ofrecer un análisis rápido y preciso con una inmersión media directamente al agua y a su vez también mide temperatura.

7.6.2 Oxígeno disuelto y temperatura

Se llevó a cabo la lectura de estos parámetros a través del instrumento PRO20i de YSI, el cual facilitó la realización de mediciones de oxígeno disuelto y la saturación en depósitos de agua, inmediatamente se puso en marcha el dispositivo y se tomó un descanso de 5 a 15 minutos antes de realizar las mediciones. La sonda fue insertada en la tina y en los tanques a medir, y se agitó con rapidez para eliminar cualquier burbuja de aire que pudiera existir. Después, la sonda dentro del tanque o la tina fue agitada de nuevo para eliminar la dependencia de la agitación del sensor de OD. Una vez que se habían estabilizado los valores, se registró la medición empleando la tecla de guardar. Se proporcionó el oxígeno disuelto (mg/L) y el porcentaje

de saturación. También, el dispositivo ofreció el valor de la temperatura en términos centígrados. (Cox & Angúlo, 2021).

7.6.3 Salinidad

Para la lectura de la salinidad se utilizó un refractómetro portátil marca Brix que mide en partes por millón (ppm) las partículas de sal en el agua mediante los índices de refracción de la solución, lo que permite obtener una lectura precisa y rápida de la salinidad.

7.7 Metodología utilizada para el análisis de calidad de agua en TEXCUMAR

7.7.1 Amonios (NH₄), Nitritos (NO₂-) y Nitratos (NO₃-)

Se utilizó el kit de amonnia test solution API ® que mide el amoniaco ya que es el principal factor de estrés y causante de mortalidades en los sistemas de cultivo de camarón. Este reactivo mide los niveles de amoniaco de 0 a 8 ppm (mg/l) a 8,0 ppm (mg/l) e incluye dos soluciones Bottle #1 y Bottle #2 y una tabla de lectura de resultados por colorimetría. (JAPI, 2023)

El método consistió en llenar 5 ml de la muestra en tubos de ensayo y colocar primero 8 gotas de Bottle #1 e inmediatamente agregar 8 gotas de Bottle #2 y tapar el tubo para poder revolver la muestra durante 5 segundos y

esperar 5 minutos para que reaccione químicamente el reactivo con el agua para poder realizar la lectura de resultados. En la lectura de nitritos se utilizó el kit Nitrite Test Solution API, el cual es una sola solución y procedimos a colocar 5 ml de la muestra en un tubo de ensayo luego colocamos 5 gotas del reactivo, tapamos el tubo y procedimos a revolver durante 5 segundos y esperamos 5 minutos para que el reactivo reaccione químicamente con el agua y así obtuvimos los valores de nitritos. En nitratos utilizamos el kit Nitrate NO₃⁻, el cual contiene dos botellas de soluciones, Bottle #1 y Bottle #2, luego tomamos 5 ml de la muestra en el tubo de ensayo y colocamos 10 gotas de la primera solución y esperamos 30 segundos para luego poner 10 ml de la segunda solución y tapamos el tubo y revolvimos los reactivos y esperamos 5 minutos de reacción para obtener los resultados.

Figura 9. Lectura de amonios, nitritos y nitratos



Nota. Análisis de los parámetros químicos del agua mediante Kit de colorimetría

7.7.2 Determinación de iones

Para medir la concentración de iones en muestras de agua, se utilizó un fotómetro YSI 9300 de lectura directa. Este equipo es adecuado para analizar parámetros clave de la calidad del agua en muestras de agua potable, residuales y otros procesos (Boyd C., 2000).

El fotómetro YSI 9300 se basa en el principio de absorbancia óptica la cual es una técnica que utiliza reactivos fotométricos que reaccionan con analitos específicos para producir un color visible cuya intensidad del color se compara con datos de calibración almacenados en el equipo para obtener el resultado final y el principio de dispersión óptica que es una técnica que produce pequeñas partículas que dispersan el haz de luz fuente. La cantidad de dispersión se relaciona con la concentración del parámetro bajo prueba. (Texcumar S.A, 2022)

El fotómetro YSI 9300 utiliza estas dos técnicas que son fundamentales para medir la concentración de iones en las muestras de agua. Los resultados se obtienen de manera rápida y precisa, lo que permite tomar decisiones informadas sobre la calidad del agua.

7.7.3 Alcalinidad

La prueba de alcalinidad YSI Alkaphot utiliza el método de colorimetría y una tableta como reactivo principal para determinar la alcalinidad de una muestra de agua. (Boyd C. , 2000). Para realizar la prueba,

se filtra la muestra y se añaden 10 mL en un tubo Palintest, luego se agrega una tableta de Alkaphot y se masera por 15 segundos hasta que se disuelva completamente. Después de esperar un minuto y mezclar nuevamente, se selecciona la tecla Phot 2 en el fotómetro y se lee primero el blanco y luego la muestra con el reactivo, obteniendo así el resultado en mg/L de CaCO₃.

7.7.4 Determinación de calcio-Dureza cálcica

La prueba de dureza cálcica y calcio se realizó mediante el método del reactivo indicador Calcicol, que reacciona específicamente con los iones de calcio en una solución alcalina para producir una coloración naranja que varía según la concentración de calcio presente en la muestra, produciendo una gama de colores que van desde el violeta hasta el naranja en un rango de 0 a 500 mg/L de CaCO₃. Para realizar la prueba, se filtró la muestra y se llenó un tubo Palistest con 10 mL de la misma, luego se agregaron las tabletas Calcicol 1 y Calcicol 2, disolviéndolas completamente, y se esperaron 2 minutos para permitir el desarrollo del color. Finalmente, se colocó el blanco de la muestra en el fotómetro, se seleccionó Phot 12 y se pulsó la tecla Read, y luego se leyó el tubo con los reactivos, obteniendo así el resultado en mg/L de CaCO₃, que puede expresarse también en mg/L de calcio seleccionando la tecla inferior.

7.7.5 Magnesio

La prueba YSI Magnecol utiliza un procedimiento colorimétrico simple para medir la concentración de magnesio en una muestra, donde el magnesio reacciona con un reactivo orgánico en la tableta Magnecol para producir un complejo de color naranja que varía desde amarillo hasta naranja en un rango de 0 a 1200 mg/L. Debido a que el agua salada tiene concentraciones altas de magnesio, se realizaron dos disoluciones de la muestra: primero se preparó una muestra madre con 1 mL de la muestra problema y 9 mL de agua desionizada, y luego se realizaron dos disoluciones adicionales de la misma manera. Luego, se agregó una tableta de Magnecol, se la macero y esperamos 5 minutos para que se desarrollara el color. Finalmente, se seleccionó la tecla Phot 21 en el equipo y se leyó el blanco y luego el analito, y el resultado obtenido se multiplicó por 100 para obtener la concentración de magnesio en mg/L de Mg. (Cox & Angúlo, 2021).

7.7.6 Potasio

Para medir la concentración de potasio (K), se utilizó el reactivo Potassium que son unas tabletas que reaccionan al ion concentrado en la muestra a analizar. Se coloca 10 ml de la muestra filtrada en los tubos palistest, se agrega la pastilla POTASIUM y se macera por 10 a 15 segundos, se espera 2 minutos de reacción una vez disuelta la pastilla luego se extrae 1 ml de la muestra y se diluye en 9 ml de agua desionizada, se espera 1 minuto

de reacción y se coloca el blanco para su lectura, luego se retira el blanco y se coloca la muestra diluida y se limpia la celda antes de colocar la muestra para evitar interferencias y se selecciona “ok” y se procede a obtener la concentración de potasio en la muestra expresada en mg/l.

7.8 Análisis clínico en reproductores de *Penaeus vannamei*

7.8.1 Patología en fresco (montaje en fresco en microscopia directa)

La patología en fresco es una técnica importante para evaluar el estado de salud de los camarones según el Dr. Donald. (Lightner D. V., 2011).

Las muestras preparadas se analizaron en el microscopio, iniciando con el objetivo de menor aumento, luego se determinó el grado de severidad que presentaron las muestras analizadas según los grados de severidad de Lightner, D.V 2011, que van desde 0 – 4, donde 0 no presentan síntomas del patógeno o infección y 4 se observa gran cantidad del patógeno, parásito o epicomensal y se observan severas lesiones características del síndrome. (Anexos 9,10,11,12).

Seleccionamos 5 reproductores, dependiendo del estado de salud que presentaron a nivel macroscópico mediante la observación de signos clínicos visibles, En el laboratorio de patología se procedió a esterilizar los materiales

de disección y desinfectamos el área y encendimos un mechero de alcohol para evitar la contaminación de las placas portaobjetos. Manteniendo la bioseguridad, nos colocamos mascarillas y guantes antes de manipular al organismo y con las pinzas esterilizadas levantamos al lado derecho del cefalotórax y extrajimos dos branquias y las colocamos en el portaobjeto, luego con el bisturí hicimos un corte en el cordón del sistema nervioso ventral del animal para inmovilizarlo y reducir el dolor provocado como procedimiento de bioética.

Figura 10. Reproductor de Penaeus vannamei



Nota. Ejemplar de reproductor de camarón previo a análisis patológico.

Luego levantamos por completo el cefalotórax descubriendo el hepatopáncreas y se extrajo dos muestras del hepatopáncreas de diferentes zonas, después reservamos en 5 tubos eppendorf, 0,20 gramos de

hepatopáncreas por camarón hasta completar un gramo para mantener la relación microbiológica 1:10 y colocamos en cada tubo para luego realizar un POOL para el análisis bacteriológico. Por último, hicimos un corte por debajo del telson para extraer el segmento final o intestino posterior que es la sección final del tracto digestivo del camarón en la cual podemos ver la presencia de parásitos. Al final obtenidas las muestras las fijamos con solución salina y la cubrimos con la placa cubre objetos para poder ser analizadas en el microscopio. (Figura 11).

Figura 11. Patología en fresco en camarones



Nota. Se realizaron análisis patológicos en los camarones seleccionados de cada lote al momento de llegada para su valoración patológica, obteniendo las muestras para visualizar en el microscopio.

7.9 Siembra de agua y hepatopáncreas por el método de vertido

De la muestra recolectada de agua en el tubo eppendorf se sembró 100 μL con la ayuda de la micropipeta en las cajas Petri con los agares de CHROMagar Pseudomona, TCBS y CHROMagar vibrios (CHROMagarTM, 2024), y se realizó la siembra por vertido. (Kaysner y otros, 2004)

Para el cultivo de hepatopáncreas se realizó diluciones seriadas, primero pesamos 0,20 gramos de hepatopáncreas de cada camarón analizado, en total fueron 5 camarones e hicimos un Pool en el tubo eppendorf hasta lograr obtener 1 gramo de HP por 900 μL de solución salina para tener una relación 1:10, después colocamos en la centrifugadora durante 1 minuto y del sobrenadante sacamos 100 μL de la muestra madre y la colocamos en un tubo eppendorf con 900 μL de solución salina y esa fue nuestra dilución 10^{-1} , luego de la primera dilución realizada, sacamos 100 μL y volvemos a colocar en otro tubo con 900 μL de solución salina y obtenemos la segunda dilución de 10^{-2} (Figura 12), cabe recalcar que se utilizó la primera dilución para el cultivo bacteriano.

Figura 12. Diluciones seriadas de hepatopáncreas



Nota. Se realizaron diluciones seriadas de 10^{-1} y 10^{-2} mediante un pool de hepatopáncreas en la relación 1:10.

Una vez terminada la siembra guardamos las placas en la incubadora a una temperatura de 25°C para que después de 24 horas podamos ver las colonias crecidas en las placas y poder contar las unidades formadoras de colonias (UFC). para el crecimiento de las bacterias, procedemos a la caracterización macroscópica para el aislamiento de bacterias seleccionadas (Sanz, 2011)

7.10 Cuantificación de unidades formadoras de colonias (UFC)

Una vez finalizada la incubación, se procede a contar de manera cuidadosa las colonias presentes en la placa. Posteriormente, se calcula la concentración bacteriana utilizando la siguiente fórmula:

$$UFC/ml = \frac{\text{número de colonias} \times \text{factor de dilución}}{\text{volumen sembrado (ml)}}$$

7.11 Análisis estadístico

7.11.1 Regresión lineal simple

Utilizamos la técnica de regresión lineal ejecutada en R Studio, que nos permitió predecir el comportamiento de la variable “mortalidad” a partir de las diferentes variables independientes establecidas en este estudio. (Dagnino, 2014), también nos permitió modelar un análisis comparativo de mortalidad entre factores, distancia en kilómetros desde los distintos lugares de procedencia de los lotes hasta llegar al laboratorio Texcumar y el tiempo en horas transcurrido del viaje.

Análisis de componentes principales (PCA)

Para alcanzar el propósito de identificar patrones espaciales en el comportamiento de las variables fisicoquímicas en relación con la mortalidad registrada por lote, se utilizó un Análisis de Componentes Principales (PCA) como método estadístico multivariado. Este enfoque facilitó la evaluación de la interrelación de varias variables ambientales, identificando los factores más

determinantes en los cambios observados en la mortalidad durante el transporte de los reproductores de *Penaeus vannamei*. (Hair y otros, 2019)

El PCA se realizó usando el software RStudio (versión 4. 3. 0), aplicando las bibliotecas FactoMineR y factoextra. Las variables consideradas en el análisis incluyeron: oxígeno disuelto (mg/L), temperatura (°C), pH, salinidad (‰) y distancia recorrida (km), además del porcentaje de mortalidad registrado en cada uno de los lotes (Naturisa 1, Naturisa 2, Lanec, Diosmar, Omarsa y Biolosa).

Correlación de Pearson

Para analizar cómo los factores fisicoquímicos y bacteriológicos influyen en la mortalidad de *Penaeus vannamei*, se llevó a cabo un estudio de correlación lineal de Pearson (r) para identificar el tipo y el grado de relación entre las diferentes variables examinadas. (Kassambara, 2020). Esta técnica proporcionó información sobre las conexiones, ya sean positivas o negativas, entre los factores ambientales y microbiológicos observados y el índice de mortalidad para cada grupo experimental.

El análisis se realizó con el software RStudio (versión 4. 3. 0), utilizando las bibliotecas estadísticas corrplot, Hmisc y ggcorrplot, que permiten calcular y visualizar las correlaciones mediante matrices y gráficos. Antes del análisis estadístico, los datos fueron revisados y normalizados para asegurar su coherencia y uniformidad.

Las variables fisicoquímicas que se tomaron en cuenta fueron: oxígeno disuelto (mg/L), temperatura (°C), pH, salinidad (‰), alcalinidad (mg/L CaCO₃), calcio (mg/L), magnesio (mg/L), potasio (mg/L), nitratos (mg/L NO₃⁻) y amonio (mg/L NH₄⁺). En términos de los parámetros bacteriológicos, se consideraron los recuentos de colonias en medios TCBS (verdes y amarillas), así como los recuentos de *Vibrio parahaemolyticus*, *V. vulnificus*, *V. alginolyticus* y *Pseudomonas*, tanto en las muestras de agua como en las de hepatopáncreas.

Cada variable se correlacionó con el porcentaje de mortalidad total por grupo, generando coeficientes de correlación (r) que midieron la intensidad y la dirección de la relación entre las distintas variables. Los valores de r se interpretaron de acuerdo con la escala presentada por Mukaka (2012), donde los valores cercanos a ±1 indican relaciones fuertes, mientras que aquellos próximos a 0 sugieren que no hay relación. (Mukaka, 2012)

Además, se crearon gráficos de correlación (matrices tipo "heatmap" y gráficos de dispersión) para mostrar visualmente cómo interactúan los parámetros analizados. Estas ilustraciones facilitaron la identificación de los factores ambientales y bacteriológicos que tienen mayor efecto en la mortalidad, resaltando la importancia de la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, alcalinidad y la presencia de *Vibrio* spp.

Pruebas de normalidad

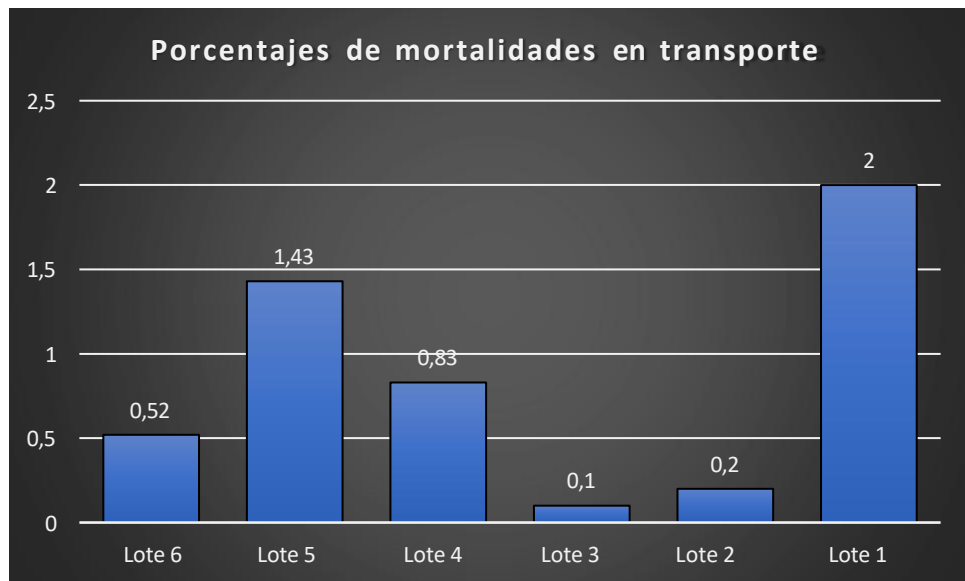
Así mismo para determinar la influencia de estos parámetros en la mortalidad, se realizó una prueba de normalidad para probar la distribución de los datos para poder identificar la correlación necesaria sobre nuestro tercer objetivo. (Shapiro & Wilk, 1965)

Capítulo IV

8. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

En el presente estudio se obtuvo como resultado la mortalidad registrada por cada lote a la llegada al laboratorio de maduración y al final de la fase de cuarentena. Empezando con los porcentajes de mortalidad inicial asociado al transporte de los reproductores, el cual denota valores mínimos de mortalidad en todos los lotes transportados, indicando que la incidencia del transporte no afecta de manera significativa, sin embargo, se realizó la correlación entre los principales factores de riesgo con estos datos obtenidos. No obstante, las altas mortalidades empezaron desde los primeros días de cuarentena por el nivel de estrés provocado por el transporte y aprovechado por las diferentes variables y patógenos identificados en esta investigación.

Figura 13. Porcentajes de mortalidad



Nota. Se calculó el porcentaje de mortandad de cada lote al momento de llegar al laboratorio de maduración.

8.1 Análisis comparativo

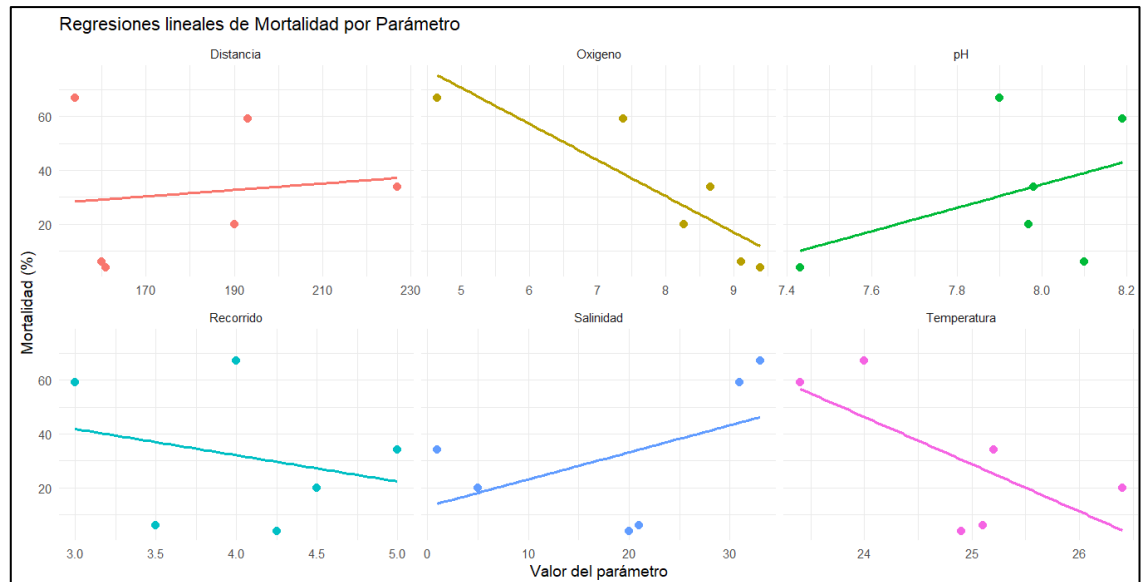
Se efectuó un análisis de regresión lineal con la finalidad de determinar la influencia de cada parámetro (distancia, recorrido, temperatura, salinidad, pH y oxígeno) registrado durante el transporte de reproductores de *Penaeus vannamei*, comparando su relación con la mortalidad entre los diferentes lotes (Figura 14).

Con base en dicho análisis, para el oxígeno disuelto se evidenció una relación fuerte y significativa con la mortalidad de los reproductores, estimándose una correlación negativa de -0.88 y un R^2 de 0.77, lo que explica el 77% de la variabilidad en la mortalidad, asimismo, arrojó un valor de 0.022

referente a su significancia estadística. En conjunto, la pendiente negativa de la regresión explicó que, a mayor concentración de oxígeno, menor es la mortalidad. De ahí que el control de este parámetro es esencial, puesto que ante una situación de estrés como es el transporte para el camarón, aumenta la demanda de oxígeno y si este no es suficiente se desencadena una hipoxia que puede llevar a la muerte.

A su vez, la temperatura mostró una correlación moderada negativa (Figura 15), pero con un 47% de variación respecto a la mortalidad ($R^2 = 0.47$). Asimismo, el valor de p calculado no respalda su significancia, no obstante, su tendencia es clara al indicar que a bajas temperaturas se asocian a una mayor mortalidad. En consecuencia, al ser los camarones organismos poiquiloterms cuyo metabolismo depende de la temperatura ambiental, sistemas con temperaturas muy altas o muy bajas resultan en afecciones a nivel fisiológico e inminentemente la muerte del animal.

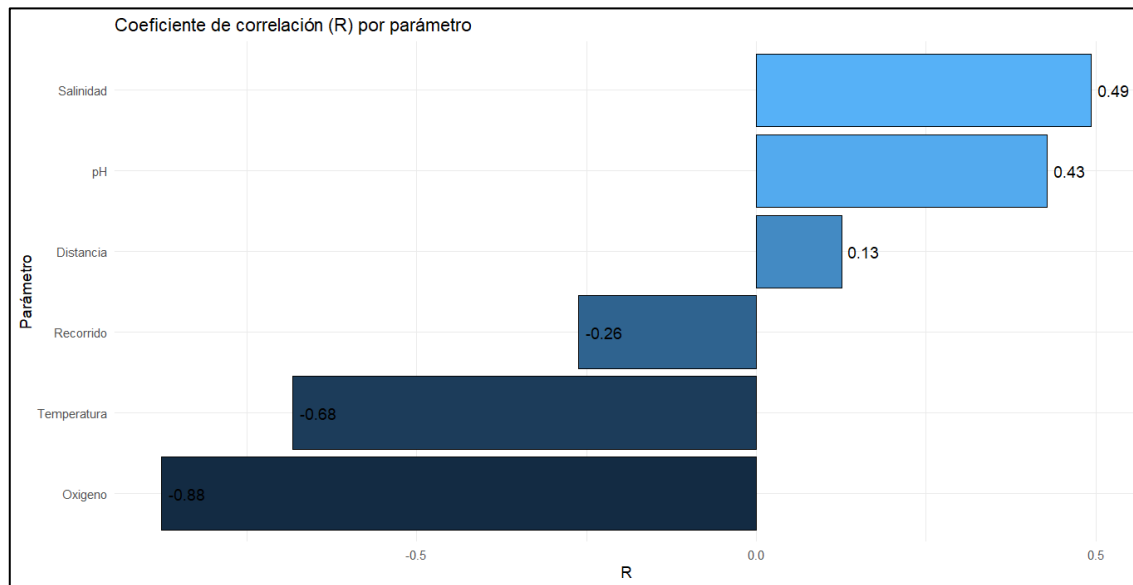
Figura 14. Gráfico de dispersión para las regresiones lineales de mortalidad por cada parámetro



Nota: El oxígeno y temperatura mostraron los valores de correlación más fuertes respecto a la mortalidad.

En cambio, la salinidad presentó una correlación positiva moderada de 0.49 y un coeficiente de determinación de 0.24, sin significancia estadística ($p = 0.32$). La relación determinada sugiere que, a una mayor salinidad, mayor mortalidad. Esto se debe a que los camarones son individuos osmoconformadores y requieren mantener un equilibrio osmótico con el medio donde se encuentren. Razón por la cual, si la salinidad aumenta durante el transporte este aporta más al estrés general del organismo, producido por la manipulación y el confinamiento, comprometiendo así la supervivencia.

Figura 15. Diagrama de barras con los valores de correlación por parámetro.

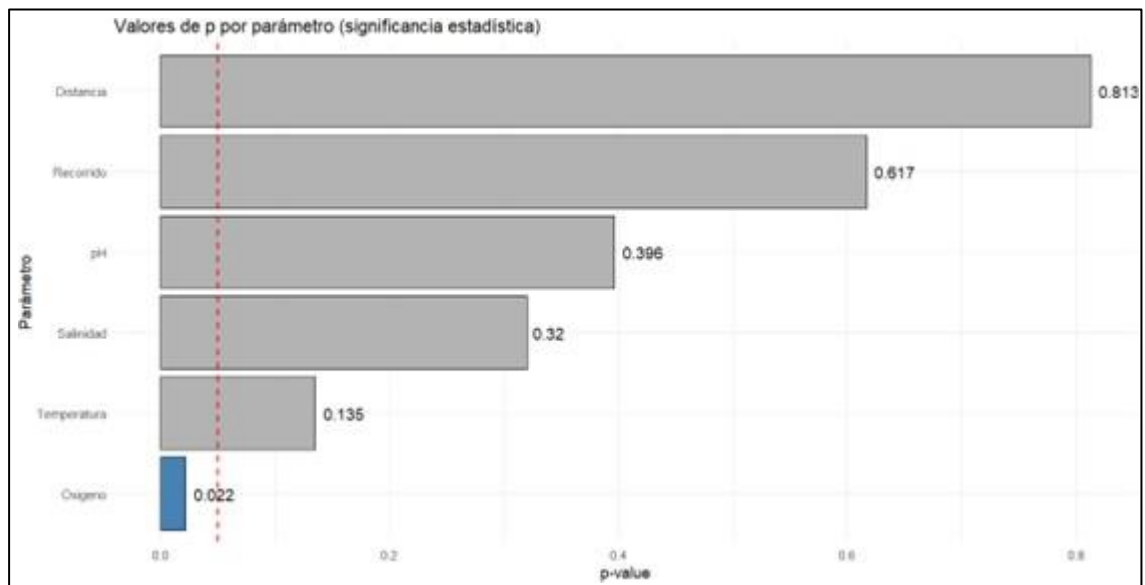


Nota. El oxígeno y temperatura demostraron ser factores críticos para disminuir la mortalidad durante el transporte.

De igual manera, el pH mostró una correlación positiva moderada (0.43) y un valor de R^2 de 0.18, con baja significancia estadística (Figura 15), pero estableciendo una tendencia que asocia valores altos de pH con una mayor mortalidad. Dicho parámetro afecta a múltiples procesos fisiológicos en los crustáceos principalmente en el transporte de oxígeno durante la respiración. De esta forma, un sistema extremadamente alcalino o ácido logra interferir dicho procedimiento y producir estrés, que durante transportes prolongados puede acondicionar el estado fisiológico del individuo y debilitarlo.

En contraste, el tiempo de recorrido estimado en horas estableció una correlación negativa débil con una cifra de -0.26, con baja variabilidad ($R^2 = 0.07$) y sin significancia estadística ($p = 0.62$). En conjunto estos datos no reflejan tanta relevancia como otros factores (oxígeno y temperatura), sin embargo, se estableció que como tal el mismo no posee una influencia marcada respecto a la mortalidad. Esto puede ocurrir debido a que durante el transporte se mantiene un control en los parámetros del agua donde se lleva los camarones, resultando que en recorridos prolongados mientras se supervise la calidad del sistema el tiempo del viaje se asocie a una menor mortalidad.

Figura 16. Diagrama de barras con los valores de p estimados en la regresión lineal.



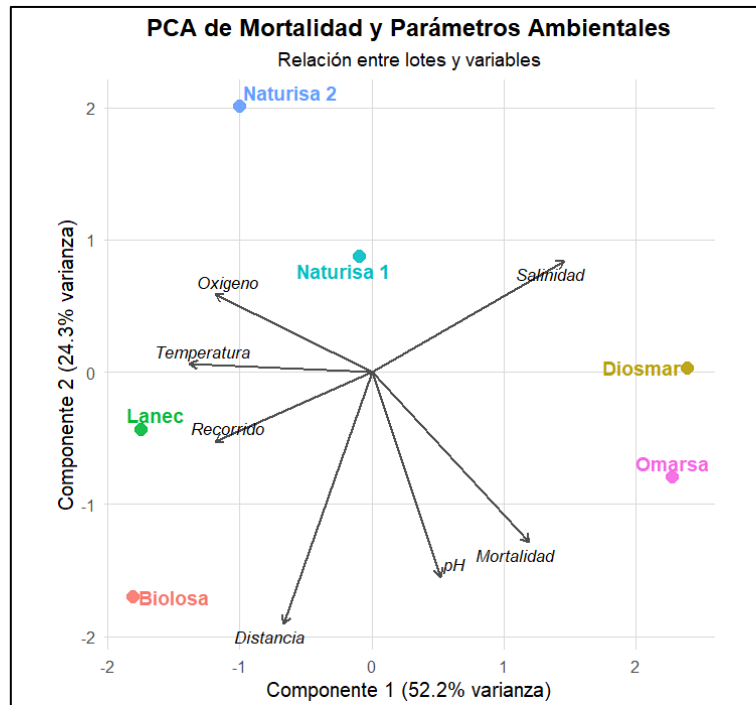
Nota: El oxígeno fue el único parámetro con verdadera relevancia estadística.

Por último, la distancia recorrida planteó una correlación más débil con la mortalidad ($R = 0.13$, $R^2 = 0.01$ y $p = 0.81$), indicando que esta variable por sí misma no es capaz de producir un impacto en la mortalidad de los reproductores. Esto permite inferir que la distancia física no es la que determina la supervivencia, sino las condiciones de calidad de agua y manejo a lo largo del transporte.

8.2 Análisis de componentes principales

Se llevó a cabo un PCA para establecer a nivel espacial patrones de comportamiento entre las variables tomadas y la mortalidad registrada por lote. Resultando que, según la (Figura 17), lo referente al PC1 y PC2, ambos componentes representen un 76.5% de varianza acumulada, simbolizando una data contenida adecuada y mostrando patrones confiables, como fue la separación de los lotes. Siendo los más cercanos los que experimentaron condiciones similares (Lote #2 y lote #6) y los que están muy separados experiencias de transporte distintas como el lote 1 y 4

Figura 17. Gráfico de PCA entre las variables tomadas y la mortalidad de cada Lote.



Nota: Se observó cierto antagonismo entre Oxígeno, temperatura versus salinidad y pH.

Asimismo, esta representación corrobora que el oxígeno y temperatura son los vectores más cortos y mejor alineados con la variación de la mortalidad, reafirmando su importancia crítica reconocida en las regresiones individuales. Por otro lado, el PCA también detalla ciertos ángulos entre variables, formando el pH y salinidad uno apuntando la dirección a la mortalidad, sugiriendo que condiciones desequilibradas de estos parámetros tienden a ocurrir juntas y se asocian a baja supervivencia de reproductores. Mientras que, el oxígeno y temperatura forman un ángulo entre sí, indicando su oposición conjunta a la mortalidad, y la distancia en cambio,

se proyecta casi perpendicularmente hacia la mortalidad, confirmando su falta de relación y demostrando que está última no es un factor aislado sino un conjunto de múltiples parámetros que interactúan en combinación.

Finalmente, el PCA permitió identificar perfiles de riesgo para futuros transportes debido a que los lotes como Diosmar y Omarsa se encontraron ubicados en el cuadrante derecho de la Figura 17, mismo que está caracterizado por los parámetros de pH y salinidad. Por el contrario, los lotes del cuadrante izquierdo (Naturisa 1, Naturisa 2 y Lanec), conforman el perfil “exitoso” de transporte que se debe replicar y su baja mortalidad lo corrobora.

En el transcurso de los días de cuarentena hasta el final, el lote #1 que llegó a la base 3, registró la mayor mortalidad con 2.527 reproductores al final de la cuarentena (Tabla 5), lo que indicó la pérdida del 76,8% de los camarones (Figura 18). El segundo lote con mayor porcentaje de mortalidad registrado fue el #6 en base 2, con 2.503 animales muertos al final de la cuarentena lo que indicó que se perdió el 66,2% de los reproductores. Así mismo el lote #4 en base 5 registró 2.412 ejemplares muertos, el lote #2 en base 1 registró 1.769, el lote #3 en base 4, contabilizó 2.060 y el lote que registró el menor número de camarones muertos fue el lote #5 con 734 muertes.

Tabla 4. Mortalidad de cada en 7 días de cuarentena.

Lotes	Mortalidad Total (7 Días)
#1 Lote BASE 3	1689
#2 Lote BASE 1	568
#3 Lote BASE 4	803
#4 Lote BASE 5	731
#5 Lote BASE 3	199
#6 Lote BASE 2	2233

Nota. Se registró el número de individuos muertos durante los primeros 7 días en la fase de cuarentena.

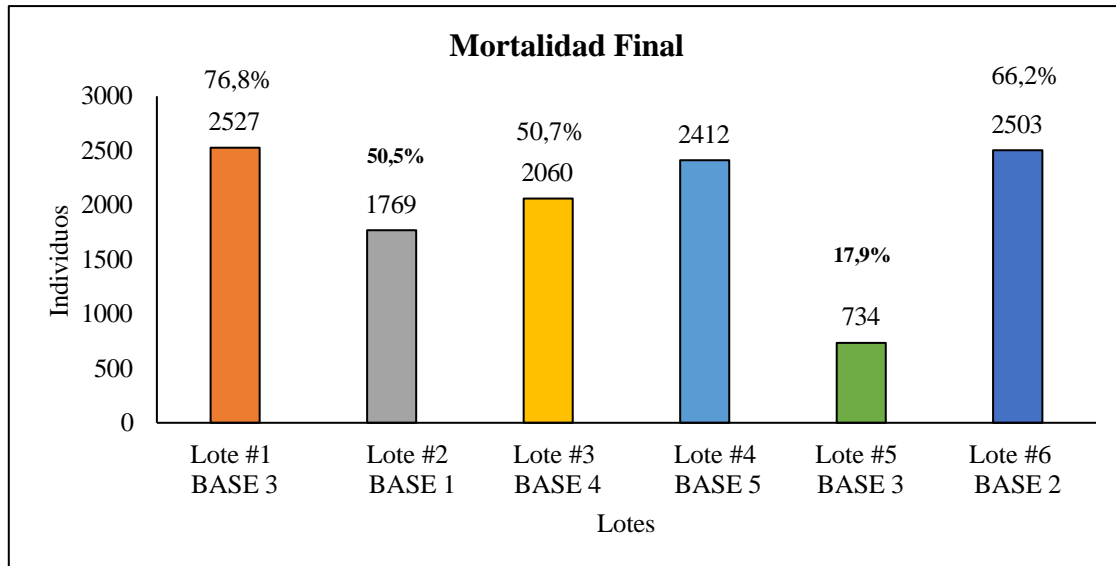
Tabla 5. Mortalidad total cuarentena.

Lotes	Mortalidad Final
#1 Lote BASE 3	2527
#2 Lote BASE 1	1769
#3 Lote BASE 4	2060
#4 Lote BASE 5	2412
#5 Lote BASE 3	734
#6 Lote BASE 2	2503

Nota. Se obtuvo el total de reproductores muertos durante la cuarentena, indicando que el lote #6 tuvo el mayor número de camarones muertos.

Las mortalidades dadas en cada lote se vieron influenciadas por diferentes factores que tuvieron significancia en la llegada de los reproductores hasta al final de la fase de cuarentena.

Figura 18. Porcentaje de mortalidad total de los lotes

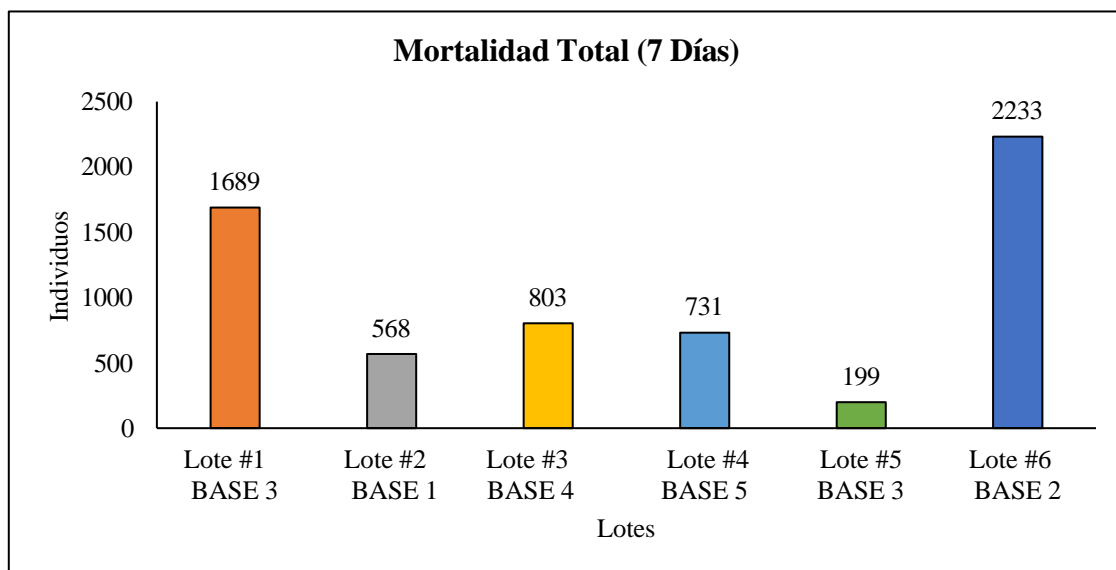


Nota. Se calculó el porcentaje de mortalidad total de la fase de cuarentena siendo el lote #1 con más animales muertos y el lote #5 con el menor número de individuos muertos.

Durante los 7 días de cuarentena se registró las mortalidades en los módulos de reserva de cada lote según el orden de llegada, los animales se encontraban inicialmente en un ambiente estable, con temperatura y salinidad controladas, aclimatadas igual que en camaronera, sin embargo, el lote #3 que llegó a la base 4, debido a fluctuaciones ambientales inesperadas interfirieron en los sistemas de bombeo y climatización y comenzó a presentarse cambios bruscos en la temperatura del agua. Inicialmente el agua de la tina de transporte se encontró a 26,3 °C y el tanque destino en el módulo de reserva se encontraba a una temperatura de 22,1°C

(anexo 4), lo que provocó un shock térmico en la fisiología del animal, si bien al final de la cuarentena, este lote obtuvo una mortalidad total de 2.060 reproductores no registró las mayores mortalidades en comparación del lote #1 y #6 los cuales tuvieron la mayor mortalidad total (Gráfica7).

Figura 19. Mortalidad 7 días de cuarentena.



Nota. Se obtuvo el número de individuos muertos en los primeros 7 días de cuarentena dando como resultado al lote #6 con el mayor número de camarones muertos.

Durante los siete días de cuarentena se registró los valores promedio de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y pH en los tanques de los módulos de reserva. Estos parámetros son fundamentales para evaluar la calidad del agua y su relación con la supervivencia de los organismos. Los promedios se calcularon a partir de las mediciones diarias (tabla 6).

Tabla 6. Datos promedios de parámetros durante los 7 días de cuarentena

Lotes	Cuarentena (Datos promedio)				
	Mortalidades	O2 (mg/L)	pH	Salinidad (ppm)	Temperatura (°C)
Lote #1 BASE 3	241,29	6,92	7,85	20,57	23,46
Lote #2 BASE 1	81,14	8,55	7,96	24,57	23,69
Lote #3 BASE 4	114,71	7,24	8,09	23,29	24,21
Lote #4 BASE 5	104,43	7,92	8	21,85	24,06
Lote #5 BASE 3	28,43	7,9	8,1	32,43	24,97
Lote #6 BASE 2	319	8,78	8,19	23,71	24,83

En la salinidad se registró anomalías en los lotes; #4 en base 5 y #6 en base 2, pues el primero llegó a 1 ppm de salinidad y fue recibido con la misma salinidad en los tanques de reserva, pero al segundo día de cuarentena la salinidad fluctuó a 21 ppm, es preciso aclarar que este lote a los 7 días de cuarentena hubieron 731 ejemplares muertos, no obstante terminó la fase de cuarentena con 2.412 camarones muertos de una población inicial de 4.060 reproductores indicando que entró con el 59,4% de supervivencia a producción.

En cambio, el lote #6 en base 2, llegó a 5 ppm de salinidad donde también se colocó dicha salinidad en los tanques de los módulos de reserva, pero en el segundo día de cuarentena la salinidad pasó a 18 ppm. (anexo 4). Este lote registró 2.233 ejemplares muertos al final de los 7 días y la mortalidad total en la fase de cuarentena fue de 2.503 camarones, siendo el

segundo lote con más mortalidades. El lote #5 logró estabilizar las mortalidades en los primeros días de cuarentena aplicando medidas profilácticas que contribuyeron a mitigar dicha problemática.

8.3 Análisis patológico

Durante el análisis clínico realizado en la recepción de los reproductores por lote, se realizó un examen microscópico en fresco de branquias, hepatopáncreas y segmento final del intestino posterior de los ejemplares, con el objetivo de evaluar su estado de salud.

En el lote #1, que llegó a la base 3 de Texcumar, se logró obtener como resultados una apariencia inusual en la mayoría de los camarones analizados, a simple vista tenían una coloración café rojiza y áreas necrotizadas a nivel del exoesqueleto y apéndices. Cabe recalcar que este lote tuvo una mortalidad total de 2.527 camarones (figura 18) lo que significa más del 70% de la población inicial de 3500 reproductores.

Figura 20. Apariencia de reproductores de *Penaeus vannamei* infestados por epicomensales



Nota. Camarones seleccionados del lote #1 con una apariencia inusual a nivel del exoesqueleto y apéndices.

Tabla 7. Valoración patológica del lote #1

Reproductores Lote #1 (Base 3)

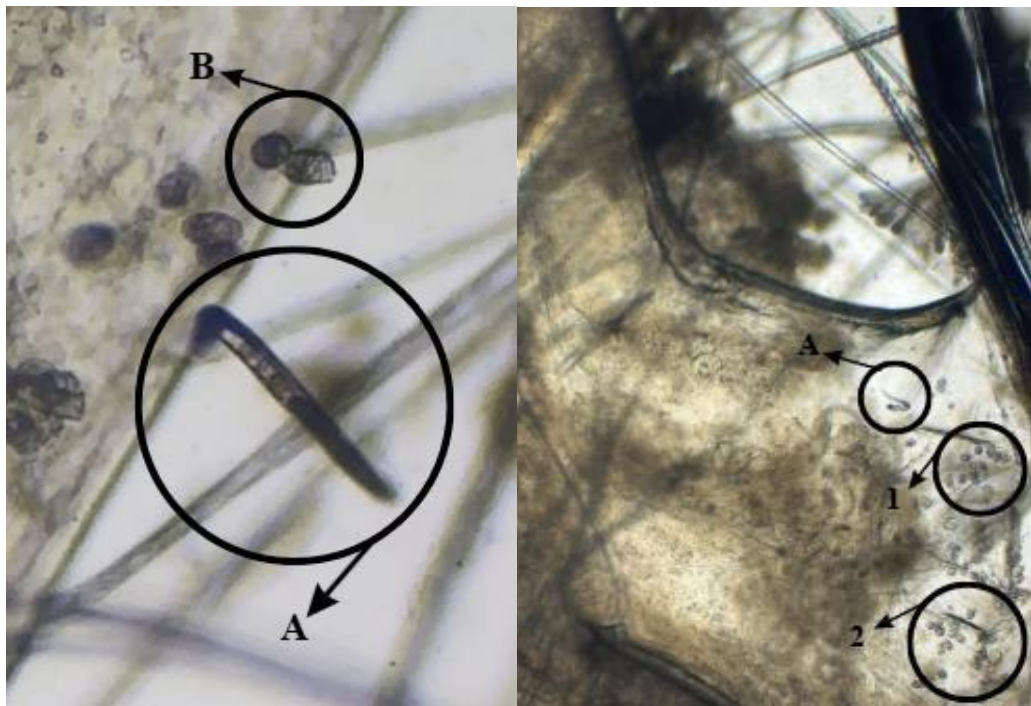
Observaciones	Rango	R 1	R 2	R 3	R 4	R 5
Melanización	0-4	0	0	0	4	4
branquial						
Melanización	0-4	2	2	3	2	3
apéndices						
Nivel lipídico	0-4	4	4	4	4	4
hepatopáncreas						
Fouling	0-4	4	4	4	4	4
epibiontes						
Deformación	0-4	0	1	0	2	2
túbulos						
Quistes de	0-4	2	1	0	1	0
gregarinas						

Nota. Se determinaron los grados de severidad en el análisis patológico del lote #1 que llegó a la base 3 de Texcumar, dando como resultados una infestación de parásitos epicomensales en las branquias.

En el montaje en fresco se observó una alta prevalencia de parásitos epicomensales en las branquias, como nemátodos, filamentosas y una infestación de *Zoothamnium sp*, los cuales son organismos conformados por

un pedúnculo que se puede encoger y un mionema continuo, la cual en la figura (21) se muestran de manera colonial e individual.

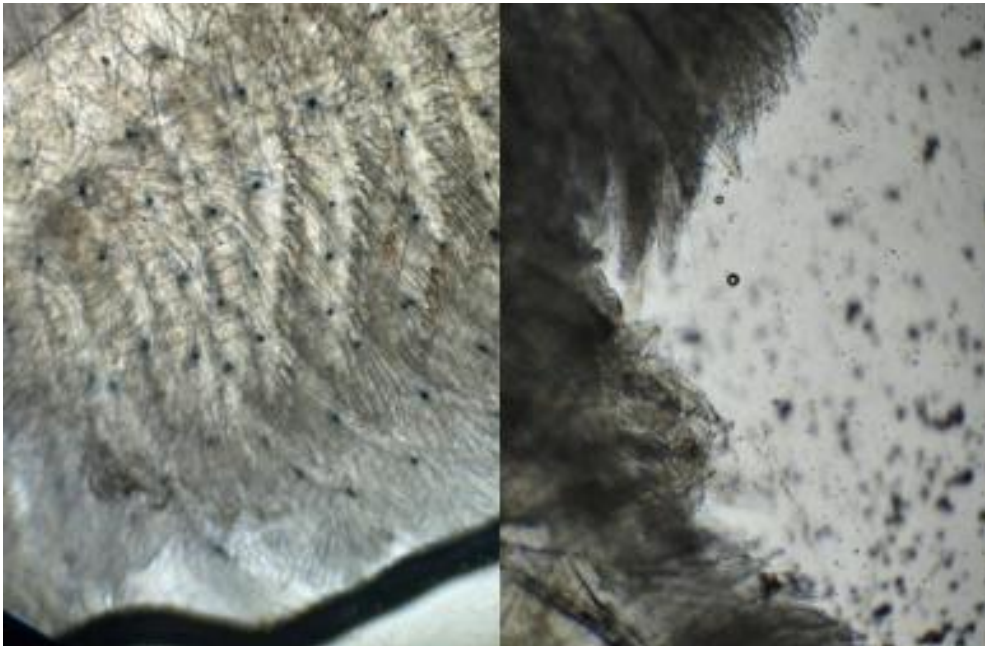
Figura 21. Prevalencia de protozoarios epicomensales en branquias de *Penaeus vannamei*



Nota. En todas las muestras de los camarones analizados en el lote #1 se puede observar, en el círculo A la presencia de un nemátodo libre junto con colonias de *zoothanium* sp y en los puntos 1 y 2 se observa varias colonias de dicho parasito infestando las branquias junto con más nematodos.

Se observó una variedad de parásitos epicomensales, los cuales algunas especies no fueron identificadas figura (23), también las branquias se observaron sucias y negras y en 1 de los 6 animales analizados en este lote, presentó melanización y lesiones en lamelas branquiales figura (22).

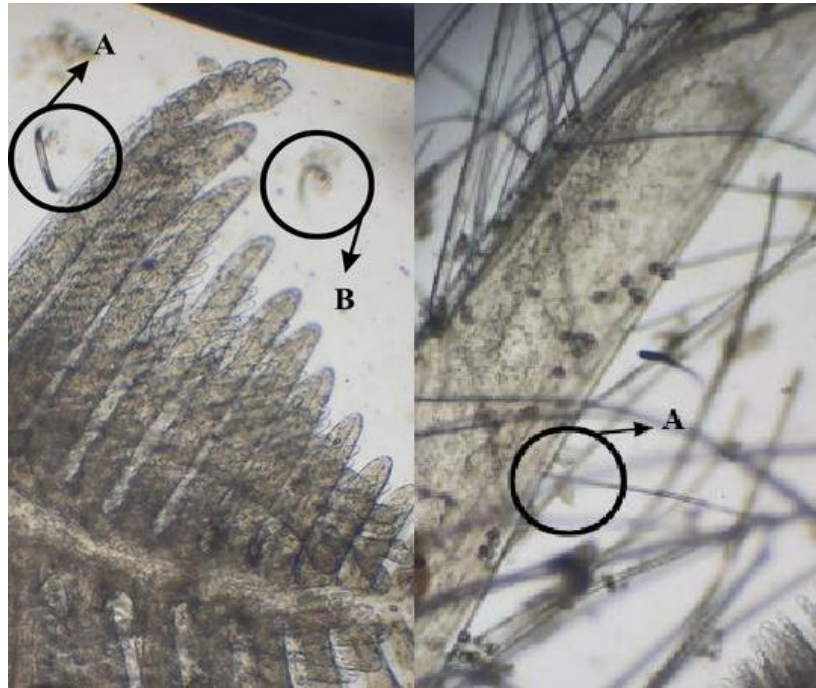
Figura 22. Melanización en branquias de camarón



Nota. Se observó en el microscopio a 10x, lesiones en lamelas branquiales en 1 de 6 camarones analizados pertenecientes al lote #1.

Estos parásitos suelen encontrarse en la superficie de la cutícula de las branquias de los camarones, donde se adhieren y se alimentan de nutrientes del agua. Aunque no son patógenos verdaderos, ya que no invaden los tejidos del camarón, pueden causar problemas cuando se acumulan en grandes cantidades en las lamelas branquiales, interfiriendo con el intercambio de gases y afectando la respiración del camarón. Por esta razón, se les conoce como epicomensales o epibiontes.

Figura 23. Epicomensales no identificados en branquias

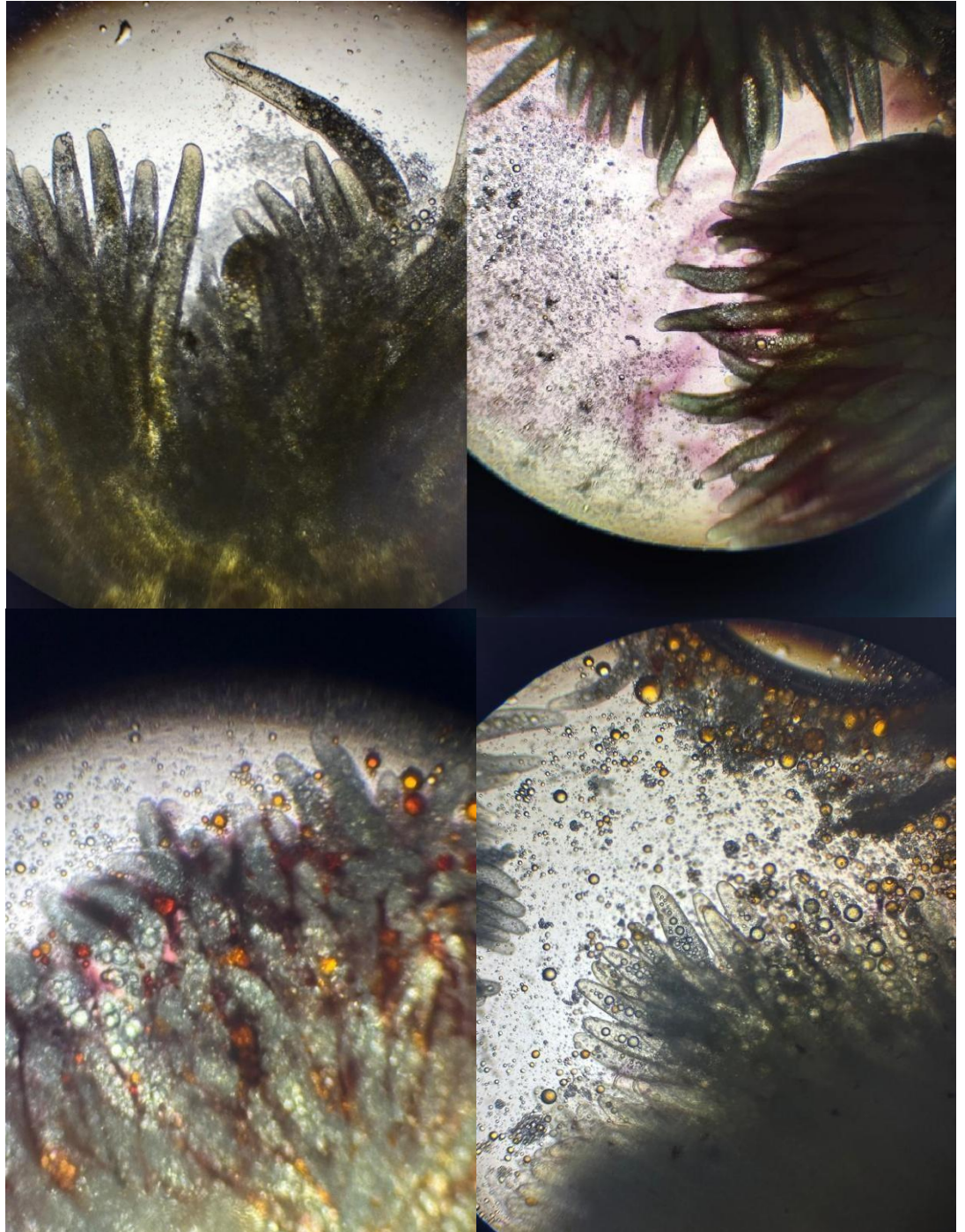


Nota. En el segundo cuadrante de esta imagen en el círculo A se observó una especie de protozooario no identificado junto a nematodos y colonias de Zoothanium sp.

8.4 Hepatopáncreas

En la visualización del hepatopáncreas, se observó buen nivel de vacuolas lipídicas, túbulos uniformes y en dos camarones se encontró ciertas áreas necrotizadas a causa de alta carga bacteriana según los resultados obtenidos en bacteriología con 249 unidades formadoras de colonias (UFC) de *V. parahaemolyticus* (anexo 7), considerado un agente patógeno peligroso en el cual su control es esencial para evitar altas mortalidades.

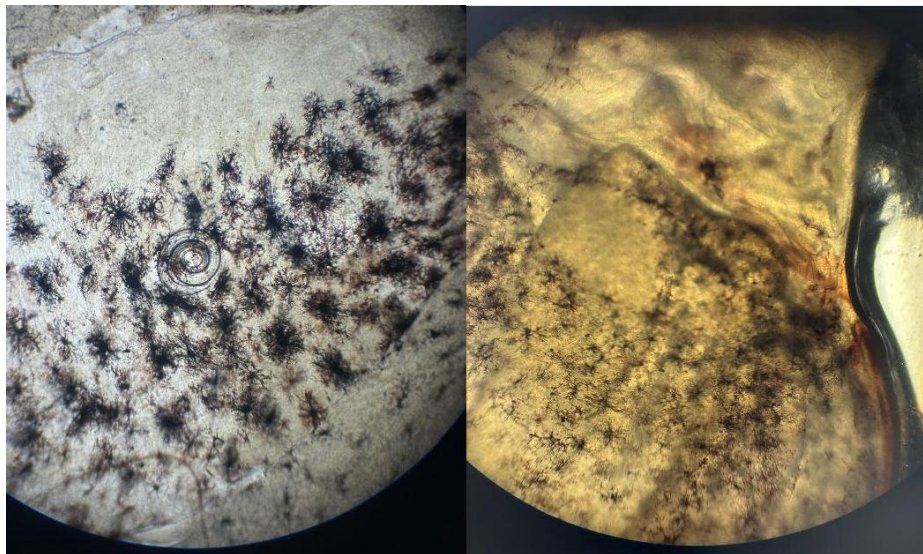
Figura 24. Visualización de diferentes hepatopáncreas de Penaeus vannamei



Nota. Valoración microscópica en el hepatopáncreas de los diferentes reproductores, se puede observar túbulos uniformes con buen nivel de vacuolas lipídicas y en ciertas áreas melanizadas en la imagen del primer cuadrante.

Durante el análisis microscópico en fresco de los reproductores de *Penaeus vannamei*, pertenecientes al primer lote, se visualizó de manera minuciosa el segmento final del intestino posterior (figura 25), donde se detectaron nemátodos y quistes de gregarina.

Figura 25. Nemátodos en el intestino posterior del camarón

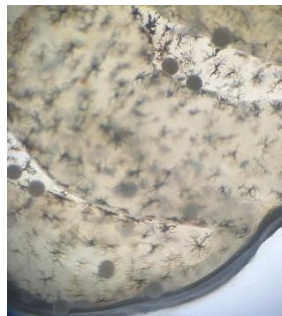


Nota. En el segmento final del intestino posterior se pudo observar en el microscopio a 10x, un nematodo en forma de espiral y en el segundo cuadrante se observan quistes de gregarinas.

Los nemátodos encontrados en el segmento final del intestino posterior confirman la infestación parasitaria en los reproductores de *Penaeus vannamei*. Estos parásitos pueden causar daño en la pared intestinal y afectar la absorción de nutrientes, lo que podría impactar negativamente en la salud y el rendimiento de los camarones durante la fase de cuarentena previo a entrar a producción.

Además, se observó quistes de gregarina en el segmento final, lo que indica una infección por estos parásitos. Las gregarinas son parásitos comunes en crustáceos y pueden causar daño en el tracto digestivo y afectar la salud general de los camarones.

Figura 26. Quistes de gregarinas en el segmento final del intestino posterior

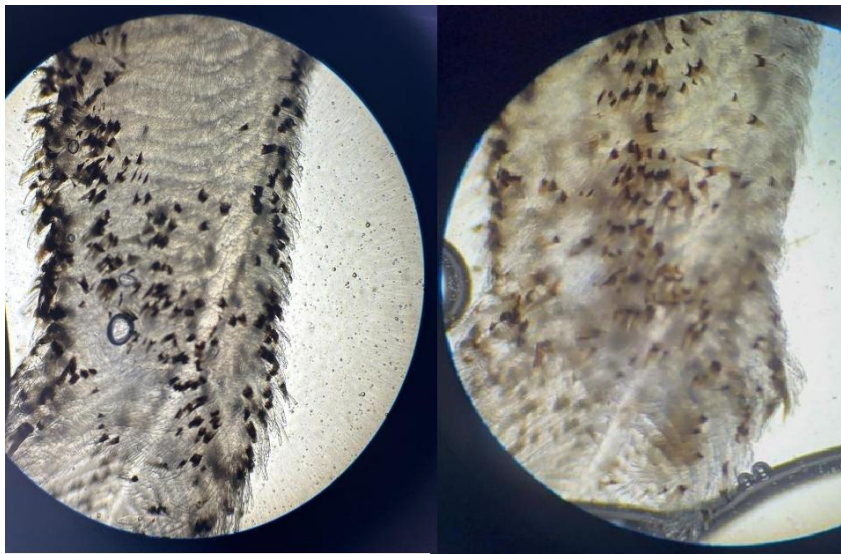


Nota. Se observan quistes de gregarinas en el intestino posterior.

En los siguientes lotes no hubo mayor incidencia de epicomensales, si no características que se encuentran dentro de lo común, como presencia de

bacterias filamentosas, branquias sucias por materia orgánica, a excepción del lote #5 el cual todos los animales escogidos al azar presentaron melanización severa en las branquias, presuntamente por alta carga bacteriana del género *Vibrio* lo cual se confirmó en el análisis bacteriológico.

Figura 27. Melanización en las branquias en camarones



Nota. En todos los camarones del lote #5 en la base 3 de texcumar, se observaron las branquias negras a causa de melanización en todos los 5 animales analizados en patología en fresco.

Este lote transportó animales enfermos con signos clínicos visibles, necrosis multifocal evidente a simple vista en la parte del segmento branquial a nivel de cefalotórax y exoesqueleto, anténulas incompletas, y apéndices necrotizadas (pereiópodos y pleópodos), en examen de microscopía se observó branquias melanizadas y hepatopáncreas con deformación y

estrangulamiento de túbulos y bajo nivel de vacuolas lipídicas y áreas melanizadas. En el segmento final se percibió quistes de gregarina.

Figura 28. Reproductor de camarón con branquias negras a simple vista

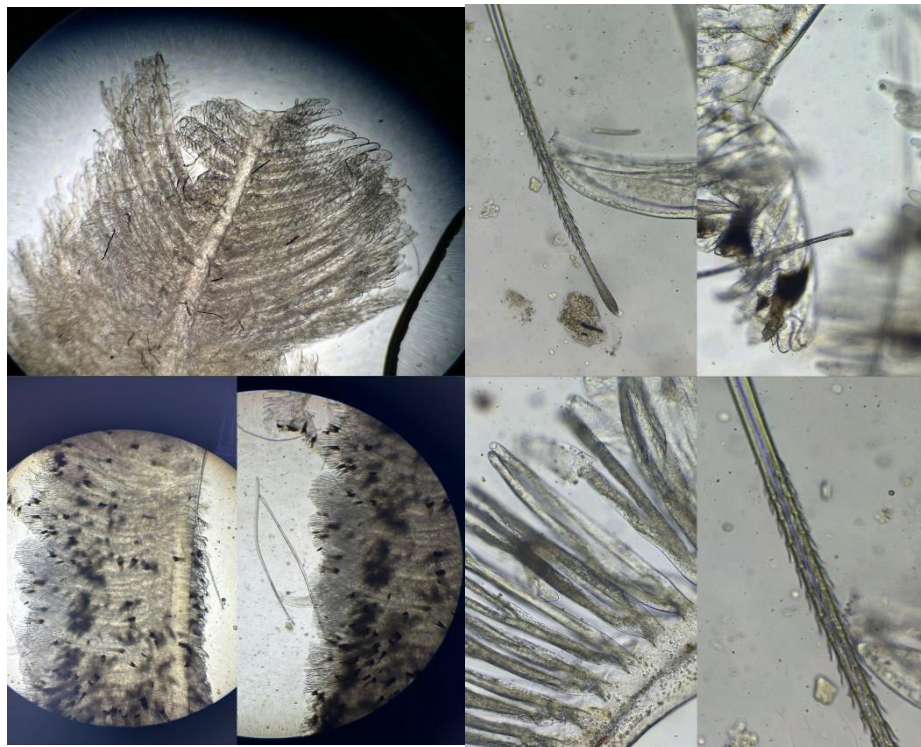


Nota. Todos los reproductores analizados del lote #5 presentaron signos clínicos visibles de melanización en las branquias.

Este lote de reproductores provenientes del sector Puerto Inca a 193 km de la base #3 de Texcumar tuvo 59 ejemplares muertos al momento de la recepción del lote, con un nivel de oxígeno normal de 7,37 mg/l, lo cual indicó que el camarón estaba muriendo asfixiado no por niveles bajos de oxígeno, si no por branquias negras que causan melanización provocando muerte por

hipoxia al animal. A más de eso hubo presencia leve de bacterias filamentosas que probablemente empeoro la facultad de respirar del camarón.

Figura 29. Branquias melanizadas en reproductores del lote #5

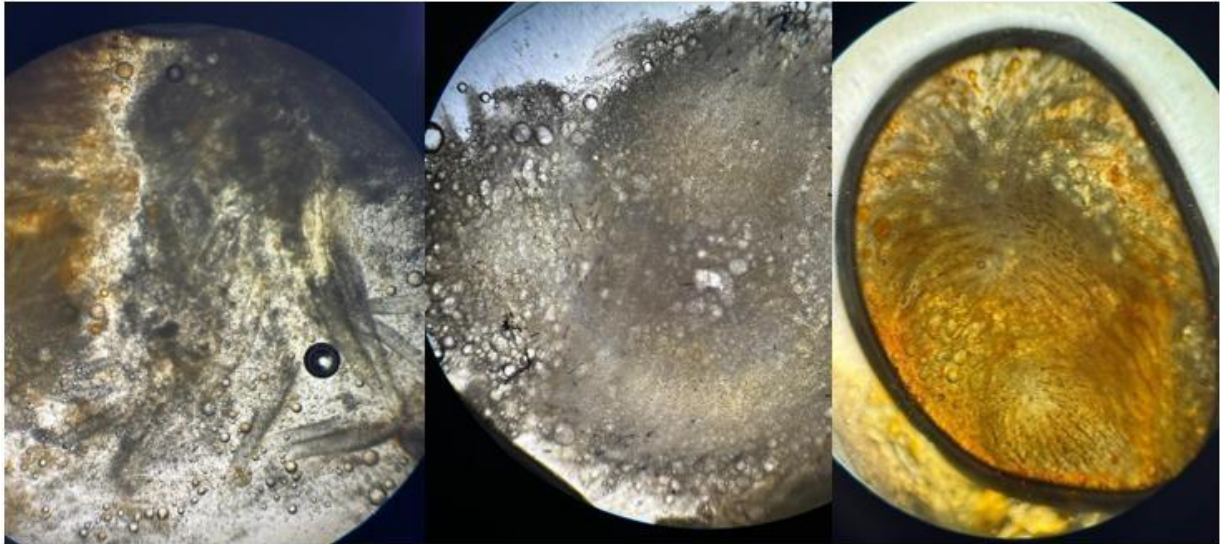


Nota. Bacterias filamentosas también fueron observadas en este lote junto con lesiones en lamelas branquiales y melanización.

En los resultados del montaje del hepatopáncreas, se observó áreas necrotizadas, túbulos deformados, pero la alta presencia de vacuolas lipídicas (figura 30) indicando que el animal tenía reservas de energía para su

supervivencia. También hubo presencia leve de quistes de gregarina en el segmento final del intestino posterior. (Tabla 8)

Figura 30. Hepatopáncreas de diferentes reproductores del lote #5



Nota. Montaje en fresco de hepatopáncreas vista a 4x

Tabla 8. Valoración patológica del lote #5

Observaciones	Rango	R 1	R 2	R 3	R 4	R 5
Melanización branquial	0-4	4	4	4	4	4
Melanización apéndices	0-4	3	3	2	2	2
Nivel lipídico hepatopáncreas	0-4	4	4	4	4	4
Fouling epibiontes	0-4	1	0	0	2	0
Deformación túbulos	0-4	1	1	3	0	0
Quistes de gregarinas	0-4	2	0	0	1	0

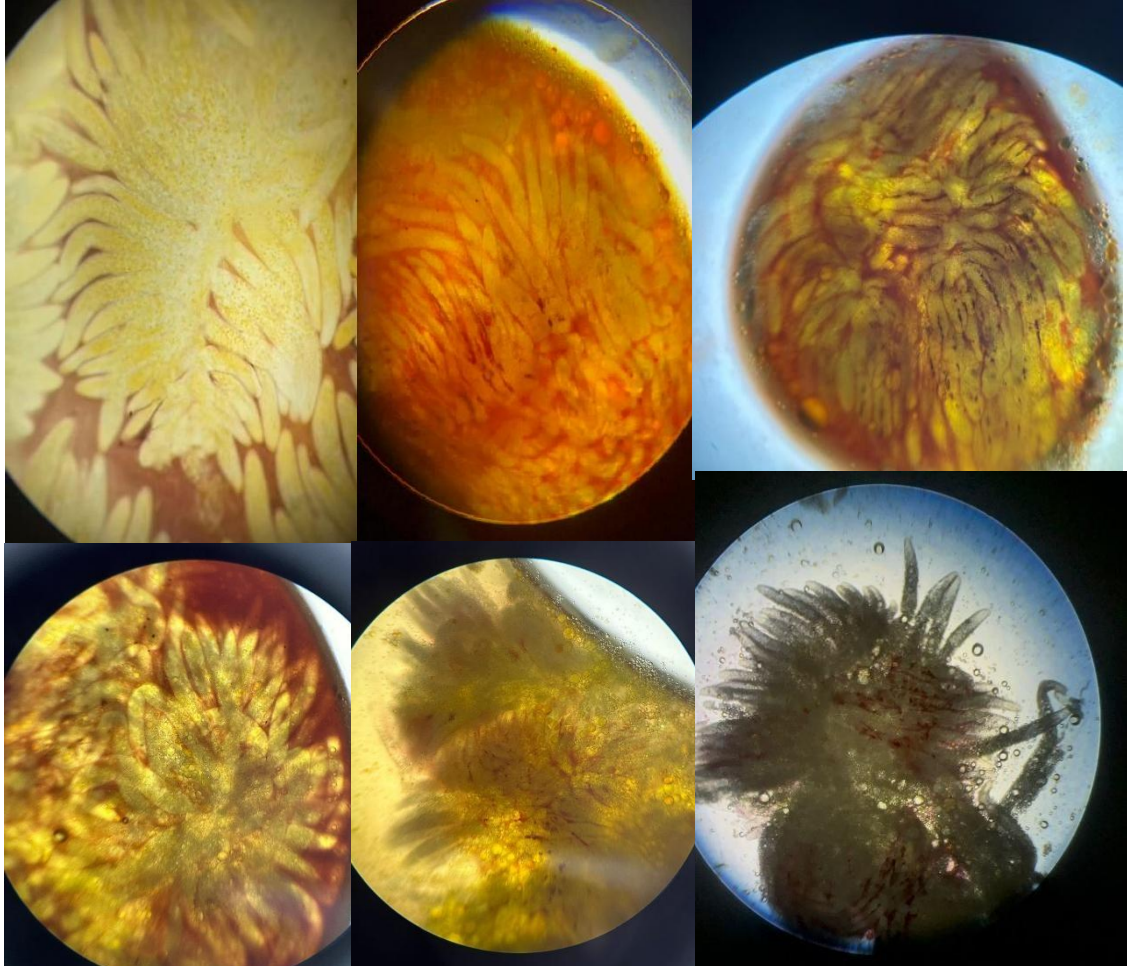
Nota. Se determinaron los grados de severidad en el análisis patológico del lote #5 que llegó a la base 3 de texcumar, dando como resultado melanización multifocal severa en branquias.

Desde el tercer día de cuarentena empezó las mortalidades altas, en las cuales se tomó medidas profilácticas como el uso de un ácido orgánico para limpiar las branquias y reducir la carga bacteriana el cual obtuvo resultados positivos en el uso de este ácido orgánico en el análisis de carga bacteriana previo a entrar a producción teniendo una mortalidad total de toda la fase de cuarentena de unos 734 (figura 18) camarones de una población inicial de 4060 reproductores.

Por lo consecuente los lotes 2,3,4 y 6 no presentaron anomalías en el análisis clínico en montaje en fresco (Anexos 14-22) sin embargo en el análisis bacteriológico se obtuvo una alta carga bacteriana e influencia de parámetros fisicoquímicos por cambios bruscos de temperatura y salinidad en los lotes 3, 4 y 6 los cuales son interpretados más adelante.

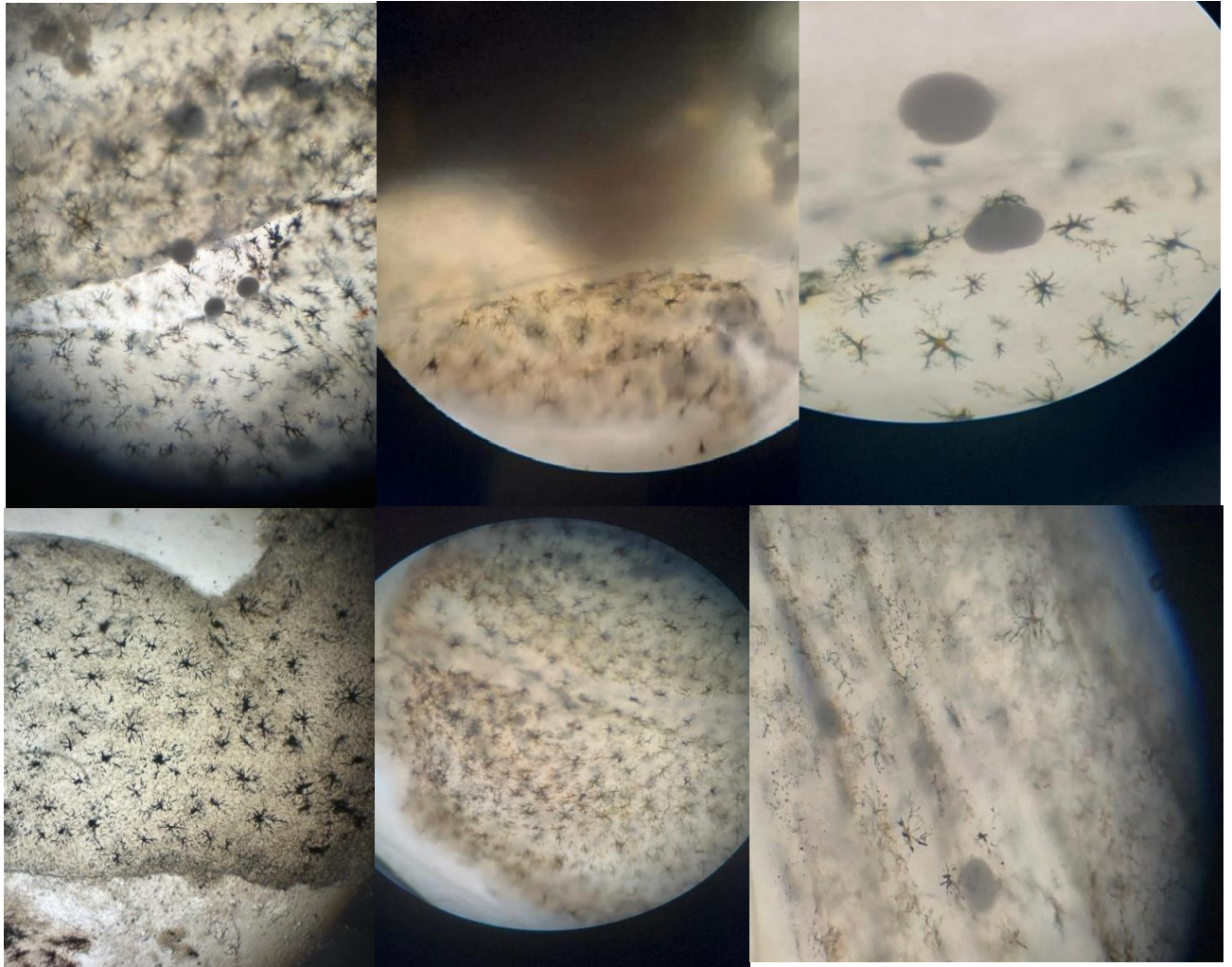
En cuanto al montaje en fresco de los lotes 2,3,4 y 6, se notó una buena salud en branquias, hepatopáncreas e intestino posterior, pero con presencia leve de quistes de gregarinas y cromatóforos extendidos en los lotes mencionados (Figura 32).

Figura 31. *Hepatopáncreas sin anomalías en reproductores de Penaeus vannamei.*



Nota. *Hepatopáncreas saludables de los lotes 2, 3, 4 y 6 con buen nivel lipídico y sin deformaciones ni estrangulamientos de túbulos.*

Figura 32. Quistes de gregarinas observados en los camarones de los lotes



Nota. Presencia de quistes de gregarina en reproductores de los lotes 2, 3, 4 y 6.

8.5 Análisis bacteriológico

Se obtuvo los resultados mediante la cuantificación de unidades formadoras de colonias en 3 medios de cultivo diferentes, CHROMagar *Vibrio*, CHROMagar *Pseudomonas*, y agar TCBS, en los resultados del análisis #1 que correspondió a la llegada del lote de reproductores correspondiente al primer lote y el análisis #2 que corresponde al final de la fase de cuarentena, donde en cada análisis se tomó una muestra de agua y hepatopáncreas para realizar la siembra por vertido en las placas de agar, se obtuvo una alta carga bacteriana con los siguientes resultados (Tabla 9):

Tabla 9. Número de colonias en la recepción y final de la cuarentena del lote Diomar #1

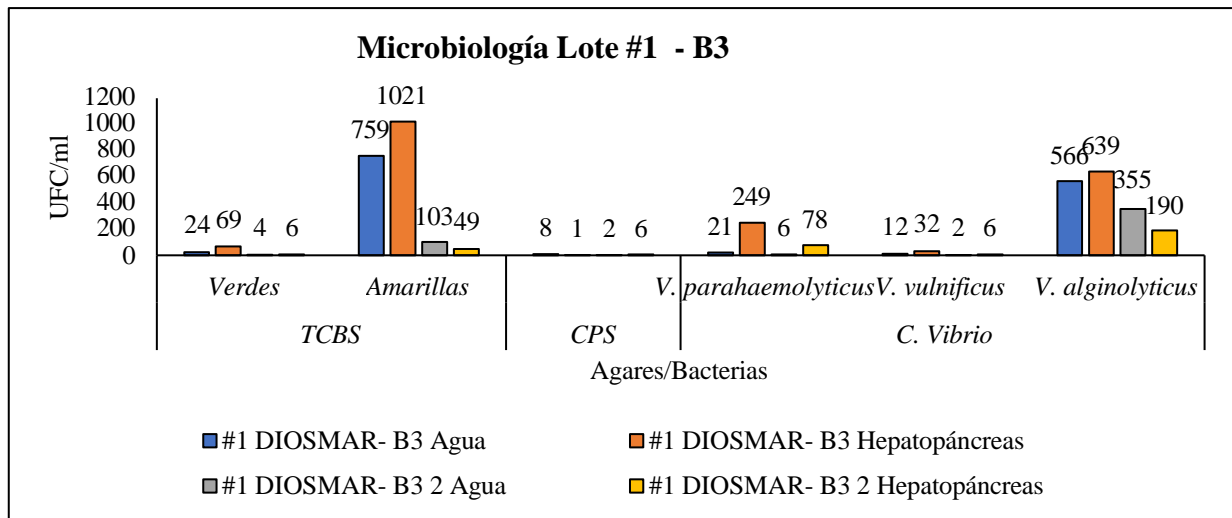
Lote #1 – Base 3	TCBS		Pseudomonas	C. VIBRIO		
	Verdes	Amarillas		P	V	A
ANALISIS 1						
Agua	24	759	8	21	12	566
Hepatopáncreas	69	1021	1	249	32	639
ANALISIS 2						
Agua	4	103	2	6	2	355
hepatopáncreas	6	49	6	78	6	190

Nota. Unidades formadoras de colonias contabilizadas en el primer análisis que corresponde en la recepción de los lotes.

En la bacteriología del agua se obtuvieron un total de 24 colonias verdes y 759 amarillas en el agar TCBS lo que indicó alta carga bacteriana del género *Vibrio* en el cual en CHROMagar *Vibrio* obtuvimos 21 colonias de *V. parahaemolyticus*, 12 colonias de *V. vulnificus* y 566 colonias del *V. alginolyticus*. En los rangos permitidos en el laboratorio Texcumar en unidades formadoras de colonias en CHROMagar *Pseudomonas* es 0 colonias, dado así que crecieron 8 colonias de *Pseudomonas* en la muestra de agua para análisis bacteriológico de referencia de cómo llega el reproductor en carga bacteriana a la fase de cuarentena.

En hepatopáncreas se hizo dilución de 10^{-1} para poder cuantificar las colonias en la cual salió una alta carga bacteriana en agar TCBS y *C. Vibrio* del cual llama la atención las 249 UFC (Figura 33) crecidas de *V. parahaemolyticus*, en *C. pseudomonas*, creció 1 colonia. la carga bacteriana obtenida en el primer análisis es considerada normal por el medio de procedencia del reproductor en las fincas camaroneras.

Figura 33. Resultados bacteriológicos antes y al final de la cuarentena en el lote #1



Nota. Se puede observar la reducción de la carga bacteriana al final de la cuarentena.

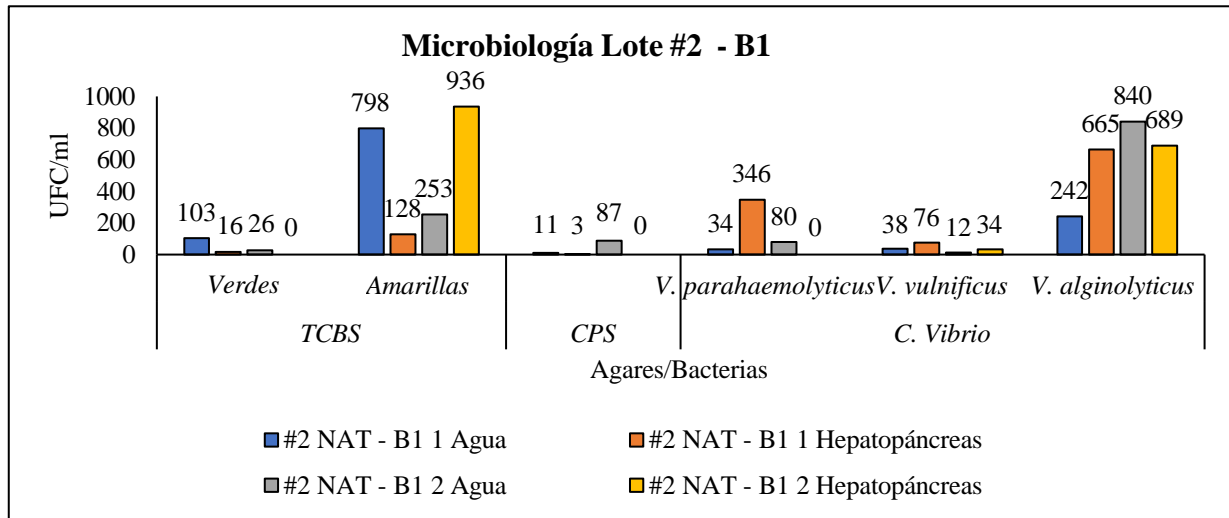
En los resultados bacteriológicos del lote #2 de la base 1, la presencia de *pseudomonas* en el primer análisis que corresponde a la llegada del lote a dicha base incrementó a lo largo de la cuarentena de 8 UFC a 87 UFC y se reflejó en los resultados del segundo análisis que corresponde al final de la cuarentena.

Tabla 10. Unidades formadoras de colonias en ambos análisis bacteriológicos del lote #2

Lote #2 – B1	TCBS		Pseudomonas	C. VIBRIO		
	Verdes	Amarillas		P	V	A
MUESTREO 1						
Agua	103	798	11	34	38	242
Hepatopáncreas	16	128	3	346	76	665
MUESTREO 2						
Agua	26	253	87	80	12	840
hepatopáncreas	0	936	0	0	34	689

En cuanto a presencia de bacterias del género *Vibrio*, se obtuvo como resultado un incremento de UFC de *V. parahaemolyticus*, *V. vulnificus* y *V. alginolyticus*.

Figura 34. UFC contabilizadas en el lote #2



Nota. En el lote #2 de naturisa que llegó a base 4 se puede observar un incremento de la carga bacteriana durante la fase de cuarentena.

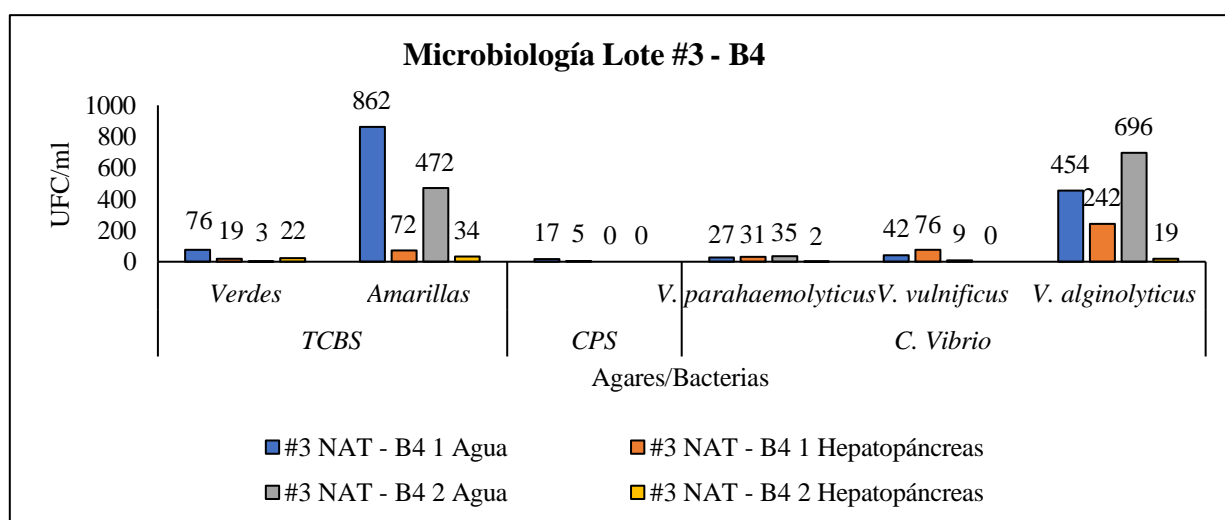
En el lote #3 de base 4 se obtuvo una similar carga bacteriana con el lote #2 el cual pertenecen a la misma camaronera en el sector de las Esclusas en Guayaquil. Dando a notar una baja cantidad de UFC de *V. parahaemolyticus* con 27 colonias (Tabla 11) en muestras de agua y 31 colonias en muestras de hepatopáncreas diluido en comparación al lote mencionado que tenía 34 colonias en muestras de agua y 343 colonias en muestra de HP, el cual es alarmante por la cantidad de bacterias sistémicas.

Tabla 11. Número de unidades formadoras de colonias del lote #3

Lote #3 – B4	TCBS		Pseudomonas	C. VIBRIO		
MUESTREO 1	Verdes	Amarillas		P	V	A
Agua	76	862	17	27	42	454
Hepatopáncreas	19	72	5	31	76	242
MUESTREO 2						
Agua	3	472	0	35	9	696
hepatopáncreas	22	34	0	2	0	19

Nota. Cuantificación de UFC de carga bacteriana en el lote #3

Figura 35. UFC en análisis bacteriológico en el lote #3



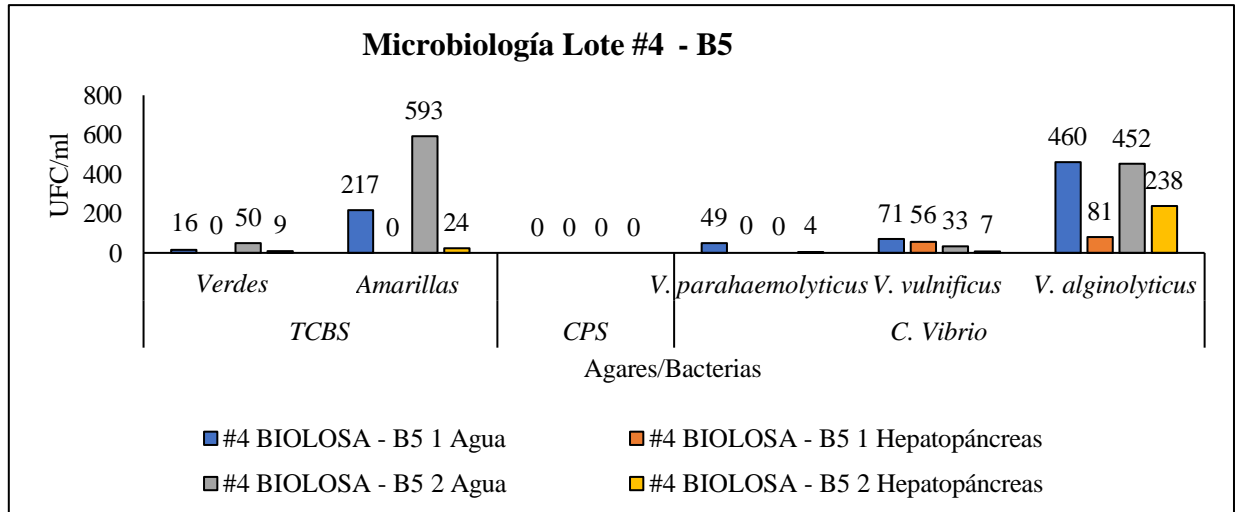
Nota. Se pudo observar una reducción en carga bacteriana al final de la cuarentena, pero en el análisis 2 de muestra de agua, se registró un incremento de *Vibrio alginolyticus*.

En el lote #4, se consiguió como resultado un incremento de la carga bacteriana en el agar TCBS en el muestreo 2 en comparación al muestreo 1. Se registró 0 UFC de Pseudomonas.

Tabla 12. UFC en los análisis bacteriológicos del lote #4

Lote #4- B5	TCBS		Pseudomonas	C. VIBRIO		
	Verdes	Amarillas		P	V	A
MUESTREO 1						
Agua	16	217	0	49	71	460
Hepatopáncreas	0	0	0	0	56	81
MUESTREO 2						
Agua	50	593	0	0	33	452
hepatopáncreas	9	24	0	4	7	238

Figura 36. UFC cuantificadas en el análisis bacteriológico del lote #4



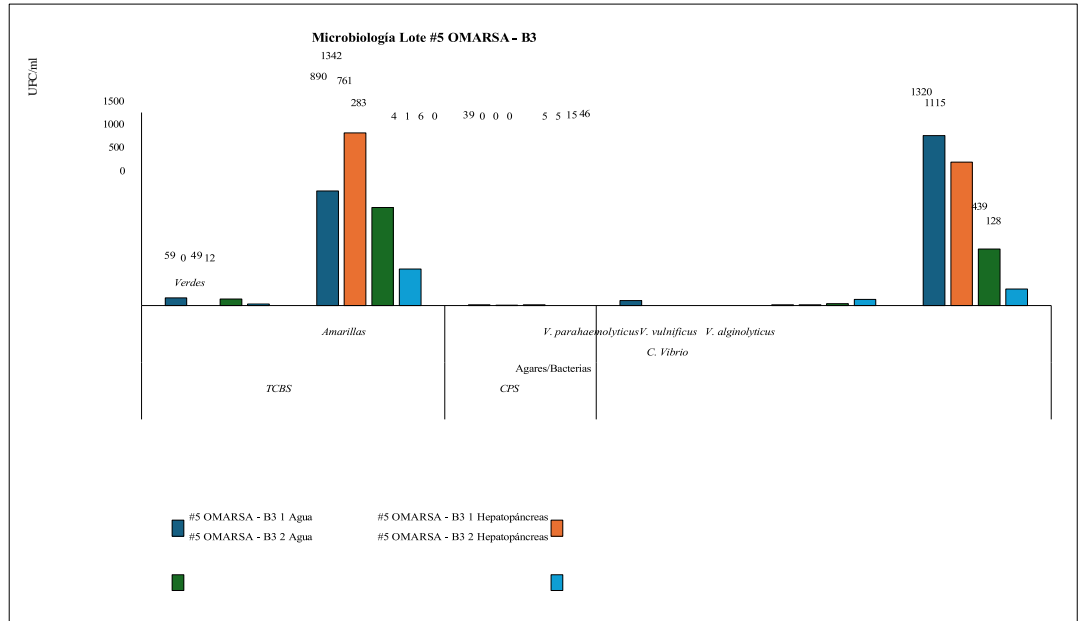
Nota. Comportamiento de carga bacteriana en el lote #4 antes y después de la cuarentena.

En el lote #5 de base 3, se cuantificó 1.320 colonias de *V. alginolyticus*, de la muestra del agua de la tina de transporte y 1.115 colonias de la muestra de hepatopáncreas, también 39 colonias de *V. parahaemolyticus* en la muestra de agua (Tabla 13). El lote mencionado experimentó mortalidades en los primeros días debido a branquias melanizadas (negras), lo cual fue confirmado por el análisis bacteriológico. Luego este lote se lo pudo estabilizar mediante el uso de un ácido orgánico suministrado en los tanques.

Tabla 13. UFC del lote #5

Lote #5– B3	TCBS		Pseudomonas	C. VIBRIO		
	Verdes	Amarillas		P	V	A
MUESTREO 1						
Agua	59	890	4	39	5	1320
Hepatopáncreas	0	1342	si	0	5	1115
MUESTREO 2						
Agua	49	761	6	0	15	439
hepatopáncreas	12	283	0	0	46	128

Figura 37. Comportamiento de las UFC en el lote #6 antes y después de la cuarentena

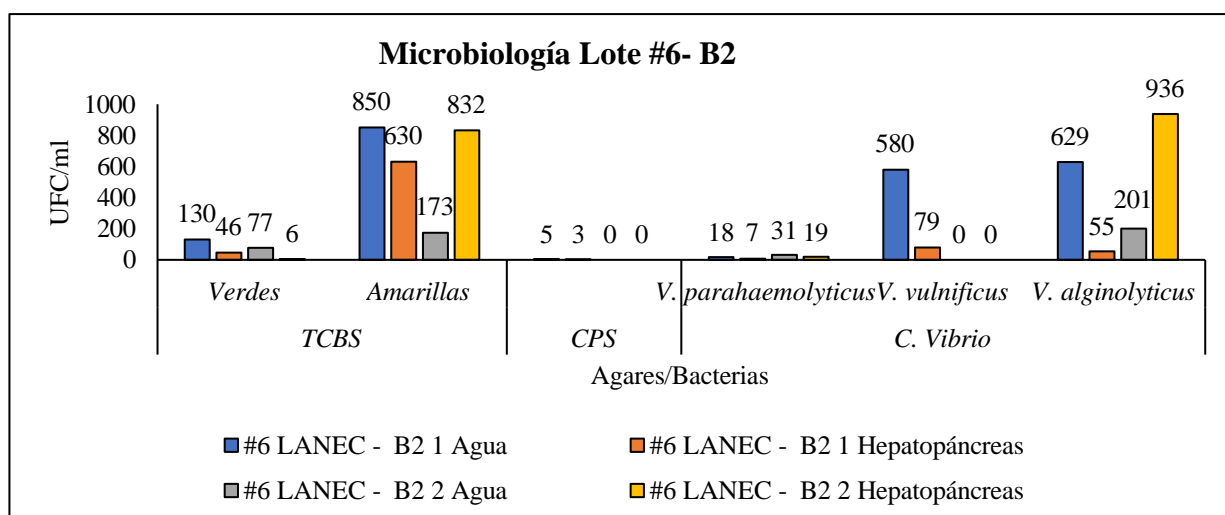


El último lote #6 en base 2, el cual tuvo el segundo número de mortalidades total registrado en cuarentena, presentó alta carga bacteriana en la llegada del lote y al final de la cuarentena se notó la disminución de la carga bacteriana en el agua (tabla 14).

Tabla 14. UFC cuantificadas del lote #6

Lote #6- B2	TCBS		Pseudomonas	C. VIBRIO		
	Verdes	Amarillas		P	V	A
MUESTREO 1						
Agua	130	850	5	18	580	629
Hepatopáncreas	46	630	3	7	79	55
MUESTREO 2						
Agua	77	173	0	31	0	201
hepatopáncreas	6	832	0	19	0	936

Figura 38. Comportamiento de la carga bacteriana del antes y después de la cuarentena



8.6 Resultados de calidad de agua

En cuanto a los resultados de calidad de agua se incluyó en el análisis 1 que corresponde a la llegada del reproductor y el análisis 2 hace referencia al realizado al final de la fase de cuarentena.

La concentración de iones del agua de transporte dió valores fuera de los rangos permitidos ya que vienen de un entorno acuático distinto al del laboratorio, la alcalinidad de los lotes 4 y 6 fue alta (Tabla 15) por la salinidad de las piscinas ya que es agua dulce tierra adentro y por ende la compensación iónica debe ser estable en los sistemas de cultivos aplicando sustancias carbonatadas.

Tabla 15. Resultados de parámetros químicos del agua proveniente de camaronera.

Lotes	Ca	K	Mg	Alcalinidad	Amonio	Nitritos	Nitratos
1	102,07	90	699,3	165	0,75	0	4
2	139,07	90	566,1	260	0,25	0	5
3	102,07	20,7	127	100	0,50	0	5
4	47	25	N/A	225	0,75	0	4
5	114	11	N/A	90	0,15	0	4
6	71	8,6	N/A	295	0,70	0	30

Nota. Valores de los principales iones en el análisis 1 de calidad de agua en la recepción de los lotes

En el segundo análisis se vió una calidad de agua estable dentro de los rangos ya que se prioriza y mantiene el balance iónico tanto en las salas de reserva y salas de producción. Los niveles de amonios, nitritos y nitratos se

mantuvieron en los rangos óptimos y así se descartó toxicidad en el medio causante de mortalidades.

Tabla 16. Resultados de parámetros químicos del agua al final de la cuarentena

Lotes	Ca	K	Mg	Alcalinidad	Amonio	Nitritos	Nitratos
1	98	7,8	N/A	190	0,50	0	5
2	116	10	N/A	120	0,35	0	4
3	317	115	699,3	165	0,75	0	7
4	189	107	N/A	160	0,60	0	5
5	213	14	N/A	220	0,35	0	6
6	280	30	563	230	0,50	0	5

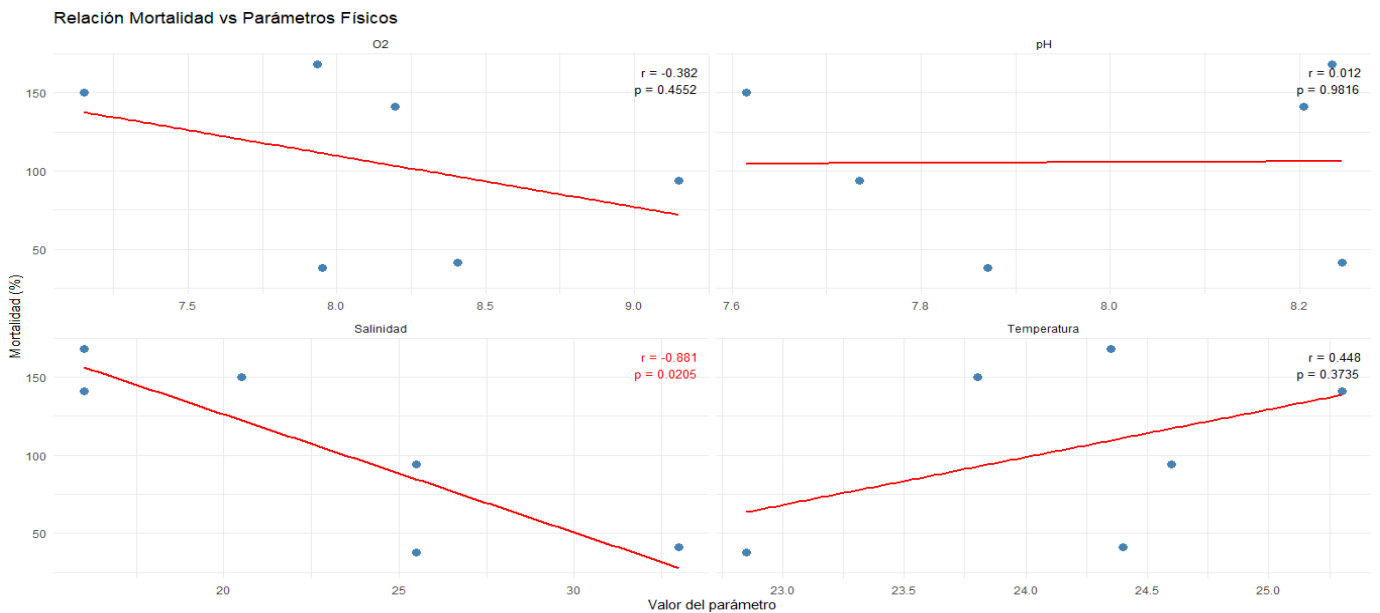
Nota. Los resultados del análisis 2 de calidad de agua correspondiente al final de la fase de cuarentena se mantuvieron en 0 en nitritos.

Influencia de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos

En el análisis de correlación realizado, se destacó que la mortalidad presentó una asociación negativa con el oxígeno disuelto ($r = -0.38$), lo que sugirió que concentraciones reducidas de este gas favorecen el incremento de muertes, probablemente por estrés hipóxico. De manera similar, la salinidad ($r = -0.88$) y el calcio ($r = -0.68$) mostraron correlaciones negativas marcadas, indicando que valores elevados de estos parámetros podrían afectar la

homeostasis osmótica y fisiológica de los organismos, contribuyendo a un aumento en la mortalidad. En contraste, la temperatura ($r = 0.44$) exhibió una correlación positiva moderada, evidenciando que el incremento térmico se asocia con un aumento en la susceptibilidad a enfermedades o a la proliferación de patógenos.

Figura 39. Gráfica de la correlación mortalidad vs parámetros



Nota. La figura muestra la correlación entre el porcentaje de mortalidad y los parámetros físicos oxígeno disuelto (O_2), pH, salinidad y temperatura.

Entre los parámetros químicos, el pH ($r = 0.01$) mostró una relación prácticamente nula, indicando escasa influencia sobre la mortalidad. Sin embargo, la alcalinidad ($r = 0.66$) y el magnesio ($r = 0.89$) evidenciaron

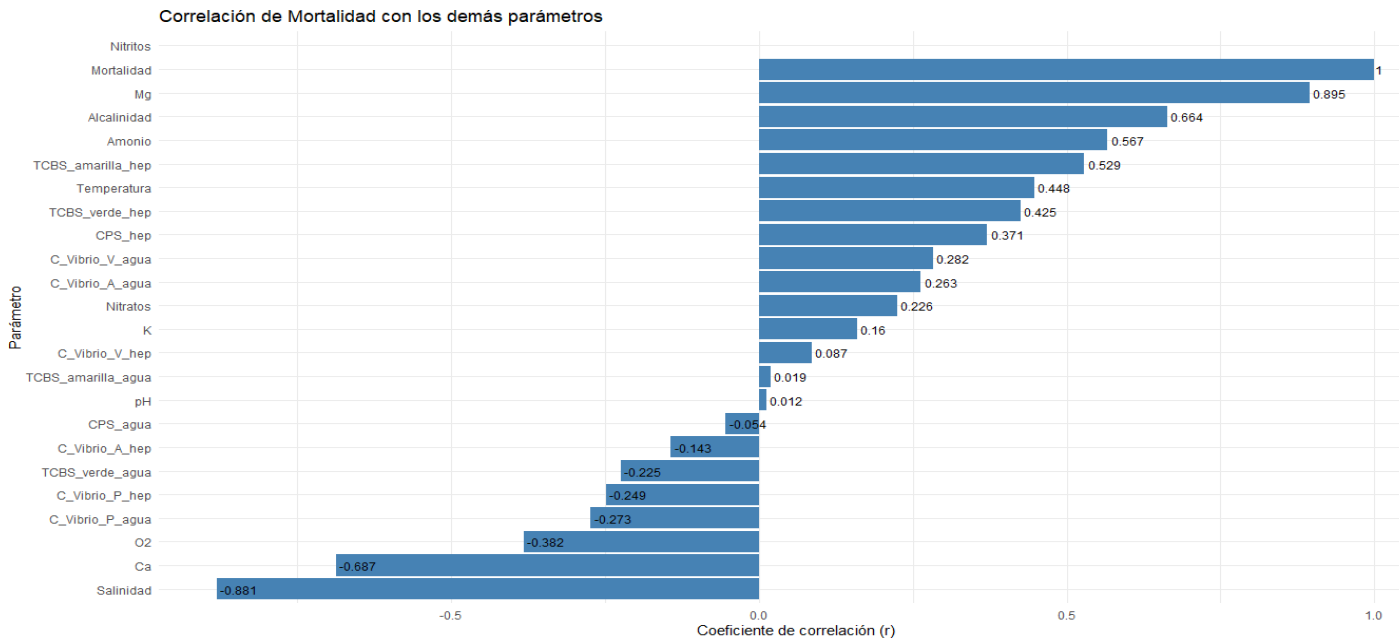
correlaciones positivas altas, lo cual sugirió que aguas más alcalinas y con mayor contenido de Mg pueden estar asociadas con condiciones que favorecen el estrés fisiológico o la actividad bacteriana. Por su parte, el potasio ($r = 0.16$) y los nitratos ($r = 0.22$) presentaron correlaciones débiles, lo que refleja una influencia mínima. El amonio ($r = 0.56$) mostró una correlación positiva moderada, indicando que su incremento podría tener un efecto tóxico subletal que se manifiesta en mayores tasas de mortalidad.

Anexo

Respecto a los parámetros microbiológicos, las bacterias cultivadas en medios selectivos mostraron relaciones variables con la mortalidad. En muestras de agua, TCBS colonias verdes ($r = -0.22$) y TCBS colonias amarillas ($r = 0.02$) reflejaron asociaciones bajas, mientras que los recuentos de *Vibrio* en sus distintas variantes —*C. Vibrio parahaemolyticus* ($r = -0.27$), *V. vulnificus* ($r = 0.28$) y *V. alginolyticus* ($r = 0.26$)— evidenciaron correlaciones moderadas, lo que indica que una mayor carga bacteriana puede contribuir al aumento de mortalidad. En las muestras de hepatopáncreas, los valores fueron más notorios, con TCBS colonias verdes ($r = 0.42$), TCBS colonias amarillas ($r = 0.52$) y CPS ($r = 0.37$), confirmando una relación positiva entre la colonización bacteriana y las muertes observadas. Finalmente, las cepas de *Vibrios* en los cultivos de hepatopáncreas, mostraron correlaciones débiles (P: -0.24 ; V: 0.08 ; A: -0.14), sugiriendo que su efecto

individual podría ser limitado, aunque en conjunto reflejan la influencia microbiológica sobre la mortalidad.

Figura 40. Gráfico de correlación de mortalidad con distintos parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos



Nota. El gráfico muestra el coeficiente de correlación (r) de Pearson entre la mortalidad y distintos parámetros ambientales o microbiológicos.

Experimentación con el ácido orgánico Aqua Buster como medida profiláctica

Ante la problemática descrita se buscó aportar de manera científica una vía de solución ante las mortalidades ocurridas y así anticiparnos a los agentes patógenos para reducir las mortalidades. El lote de experimentación denominado lote #7, que fueron trasladados al Laboratorio de Maduración Texcumar – Base 4, donde llegó a las salas de reserva del módulo 2 para su aclimatación. Después del transporte los organismos llegaron estresados, lo cual se atribuyó al manejo y condiciones del transporte.

Para verificar su estado sanitario inicial se realizó una valoración patológica en fresco en cinco ejemplares del lote. Los resultados evidenciaron ausencia de parásitos y lesiones en branquias, cutícula y hepatopáncreas. Los túbulos pancreáticos se observaron uniformes, con abundantes vacuolas lipídicas, lo que indicó un buen estado fisiológico a pesar del estrés momentáneo del transporte.

Con posterioridad, los camarones seleccionados fueron distribuidos en cuatro tanques experimentales de una tonelada cada uno. El tanque 1 se estableció como control (sin ácido orgánico con 7 camarones), mientras que los tanques 2, 3 y 4 recibieron 3 ppm, 4 ppm y 7 ppm de ácido orgánico, respectivamente, con cinco individuos por tanque. El objetivo fue evaluar la

eficacia del ácido orgánico para reducir la carga bacteriana en el agua y en el hepatopáncreas de los organismos.

Figura 41. *Tanques de experimentación*



Nota. 4 *tanques de 1 tonelada de agua fueron utilizados para la experimentación de diferentes concentraciones del ácido orgánico*

Los parámetros fisicoquímicos iniciales fueron: alcalinidad 105 mg/L, potasio 12 mg/L, calcio 168 mg/L, pH 7,7, temperatura 26,2 °C, salinidad 21 ppm, amonio 0,40 mg/L, nitritos 0 mg/L y nitratos 2 mg/L, todos dentro de los rangos óptimos para *P. vannamei*.

Valoración bacteriológica inicial

El análisis bacteriológico del agua de transporte reveló la carga bacteriana (Tabla 17), destacando *Vibrio alginolyticus* (472 UFC), *V. vulnificus* (21 UFC), *V. parahaemolyticus* (8 UFC) y presencia de *Pseudomonas* (7 UFC).

Tabla 17. Resultados bacteriológicos del agua y hepatopáncreas del lote experimentación #7

Tipo de muestra	Medio de cultivo	Parámetro / Especie bacteriana	Resultado en agua de origen (camaronera NIRSA)	Resultado en agua experimental (tanques con ácido orgánico)	Observación
Agua	TCBS	Colonias verdes (<i>Vibrio</i> no sucrosas)	74	7	Reducción significativa
	TCBS	Colonias amarillas (<i>Vibrio</i> sucrosas)	5	46	Aumento relativo de especies no patógenas
	Pseudomonas agar	<i>Pseudomonas</i> spp.	7	0	Eliminación total
	CromoAgar Vibrio	<i>Vibrio alginolyticus</i>	472 UFC	206 UFC	Reducción de 56,3 %
	CromoAgar Vibrio	<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	8 UFC	2 UFC	Reducción de 75 %
	CromoAgar Vibrio	<i>Vibrio vulnificus</i>	21 UFC	0 UFC	Eliminación total
Hepatopáncreas	Patología en fresco	Estado tisular	Hepatopáncreas sano, túbulos uniformes y buen nivel de vacuolas lipídicas	Sin alteraciones morfológicas ni melanización	Sin presencia de patógenos visibles

Nota. Resultados bacteriológicos del agua y hepatopáncreas de *Penaeus vannamei* en condiciones iniciales y experimentales

Tras la aplicación de los tratamientos, los tanques experimentales mostraron una disminución significativa de estas bacterias, con reducciones de entre 56 % y 100 %, sin registrarse mortalidades en las primeras 48 h. En contraste, en el módulo 2 (donde permanecían los camarones no tratados) se observaron altas mortalidades al tercer día, lo que evidenció un efecto protector del ácido orgánico.

Efecto del ácido orgánico sobre el comportamiento

Durante la primera hora de exposición, los camarones de los tratamientos mostraron signos de estrés debido a la manipulación y al contacto inicial con el ácido orgánico. Sin embargo, después de 12 horas sin alimentación, al suministrar alimento balanceado los organismos se dirigieron inmediatamente a consumirlo, lo que indicó recuperación y estabilización del estrés. Este comportamiento contrasta con la respuesta típica de un camarón estresado, que suele rehusar el alimento. Se infiere que la acción del ácido orgánico favoreció la homeostasis fisiológica y redujo la carga microbiana del medio, lo que permitió la rápida recuperación.

Evaluación post-tratamiento (7 ppm)

El tiempo de exposición planificado fue de 20 minutos, pero se extendió hasta una hora antes de abrir el flujo continuo de agua para el recambio. Posteriormente, se extrajeron tres camarones del tanque 7 ppm para

repetir los análisis patológicos y bacteriológicos. Los resultados mostraron branquias limpias, hepatopáncreas sanos sin ningún tipo de anomalías.

Los análisis microbiológicos del agua y hepatopáncreas luego del tratamiento a 7 ppm reflejaron una eliminación total de los vibrios patógenos, con valores de 0 UFC para *Vibrio parahaemolyticus*, *V. vulnificus* y *V. alginolyticus*; 0 UFC en TCBS (colonias verdes y amarillas) y únicamente 1 UFC de *Pseudomonas* tanto en agua como en hepatopáncreas (Tabla 18). Esto confirma la eficacia bactericida del ácido orgánico y la inocuidad del tratamiento sobre los tejidos de los reproductores.

Tabla 18. Resultados bacteriológicos post tratamiento 7 ppm

Tipo de muestra	Medio de cultivo	Especie bacteriana / parámetro	Recuento (UFC)	Observación
Agua	TCBS	Colonias verdes (<i>Vibrio</i> no sucrosas)	0	Eliminación total
	TCBS	Colonias amarillas (<i>Vibrio</i> sucrosas)	0	Eliminación total
	Pseudomonas agar	<i>Pseudomonas</i> spp.	1	Reducción casi completa
	CromoAgar Vibrio	<i>Vibrio alginolyticus</i>	0	Eliminación total
	CromoAgar Vibrio	<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	0	Eliminación total
	CromoAgar Vibrio	<i>Vibrio vulnificus</i>	0	Eliminación total
Hepatopáncreas	Pseudomonas agar	<i>Pseudomonas</i> spp.	1	Detección mínima

Nota. Tras 1 hora de exposición al tratamiento de 7 ppm del ácido orgánico, hubo una eliminación total de bacterias del género *Vibrio*

9. DISCUSIONES

Como lo corroboró Cox & Angúlo (2021), el oxígeno es un parámetro significativo relacionado a la mortalidad en los reproductores en las salas del laboratorio Texcumar sin embargo, los resultados obtenidos tuvieron una correlación negativa de este parámetro al momento del transporte de los camarones por las condiciones notables que conlleva transportar organismos acuáticos a diferentes distancias pues el oxígeno se limita por la capacidad de los tanques que abastecen dicho compuesto químico y según (Scarton, 2024) la demanda de oxígeno es diferente de un medio controlado a un ambiente hostil. Durante la fase de cuarentena y en las salas de producción se mantuvo los niveles de oxígeno disuelto ideales para la producción.

(Osiris, 2020) mencionó que el oxígeno en relación a la temperatura va a influir en un aumento en consumo de oxígeno en el medio acuático por la aceleración del metabolismo del camarón, sin embargo, el registro de temperatura más alto en este estudio fue el día de la recepción del lote #6 con un valor de 26,4°C y un nivel de oxígeno de 7,42 mg/l.

Las branquias deben observarse limpias, sin suciedad ni áreas melanizadas, translúcidas, de color blanquecino o transparente, así mismo se debe revisar las lamelas branquiales, para observar que no haya parásitos

protozoarios adheridos en la superficie. Las lamelas branquiales deben observarse gruesas, turgentes sin arrugas o constricciones (Ruíz, 2024).

Y según Cuellar, J (2008), estos protozoarios no son verdaderos patógenos pues no atacan directamente al animal, sin embargo, producen problemas indirectamente al adherirse a las branquias, compitiendo por el oxígeno (Cuéllar A. , 2008), causando patologías como la enfermedad de las branquias, enfermedad de branquias filamentosas branquias negras, branquias cafés o, branquias con adherencias de protozoarios.

Pero en los resultados el primer lote perteneciente terminó la fase de cuarentena con el mayor número de camarones muertos.

En los resultados de carga bacteriana de *V. alginolyticus* permanecen en niveles similares e incluso más bajos a los descritos por (Sharma y otros, 2024), quienes estudiaron la relación entre dicha variable y patógeno y su metodología aporta un contexto válido para vibrios en hepatopáncreas.

(Zermeño-Cervantes y otros, 2023) indicaron que la colonización del hepatopáncreas por *V. parahaemolyticus* es un indicador crítico de riesgo sanitario por la capacidad letal que posee esta bacteria y en nuestro caso la detección de cargas comparables sugiere que, aunque no exista una emergencia clínica prevalente, el escenario podría predisponer a brotes si se combinan y relacionan con otros factores de estrés en el camarón.

Aunque las bacterias del género *Vibrio* no son considerados patógenos primarios si no secundarios porque son oportunistas según (Flores-Miranda y otros, 2012), en conjunto con otras condiciones ambientales desfavorables se podría dar una inexactitud en la detección del agente patógeno ocasionando una disbiosis en el animal, disminuyendo bacterias buenas como *Bacillus* y *Photobacterium* en el microbiota intestinal afirmó Huang y otros, (2020).

Los resultados obtenidos en el análisis de correlación entre la mortalidad y los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos demostraron que la calidad del agua es el principal factor que influye en la supervivencia de *Penaeus vannamei* durante las etapas de cuarentena. En este trabajo, los nitritos presentaron una correlación positiva perfecta con la mortalidad ($r = 1.00$), lo que indica que a medida que aumenta la concentración de este compuesto, también se incrementan las muertes de los organismos. Este comportamiento coincide con lo descrito por (Boyd & Tucker, 2012), quienes señalan que la acumulación de nitritos puede causar metemoglobinemia, reduciendo la capacidad del camarón para transportar oxígeno y generando hipoxia y estrés severo.

En cuanto a los parámetros bacteriológicos, los conteos de *Vibrio spp.*, tanto en las muestras de agua como en el hepatopáncreas, mostraron correlaciones bajas o poco significativas con la mortalidad. Esto indicó que las muertes registradas no estuvieron asociadas directamente a una infección bacteriana principal, sino más bien a una disbiosis generada por el deterioro

de la calidad del agua. Según lo planteado por Lightner (2011) y Zorriehzahra et al. (2016), los cambios en las condiciones fisicoquímicas del entorno pueden promover el crecimiento de cepas patógenas y debilitar el sistema inmunológico de los camarones, favoreciendo así la aparición de infecciones secundarias, causadas por estos patógenos oportunistas.

En el experimento con las diferentes concentraciones del ácido orgánico se comprobó que la aplicación de este producto en distintas concentraciones, ayudó de manera efectiva a reducir el estrés post-transporte y post-transferencia de *Penaeus vannamei* a los tanques experimentales. Durante las primeras horas después del traslado, los camarones mostraron signos de estrés y alrededor de las 12 horas posteriores, los organismos se alimentaron lo que refleja una recuperación fisiológica gradual.

El efecto positivo observado podría deberse a la capacidad del ácido orgánico para regular el pH del agua y disminuir la carga bacteriana, principalmente de especies del género *Vibrio*. Esto se confirmó en los resultados bacteriológicos, donde se registró la ausencia total de *Vibrio parahaemolyticus*, *V. vulnificus* y *V. alginolyticus* (0 UFC) en los tratamientos con ácido, mientras que en el control se detectaron colonias aisladas. Este comportamiento coincidió con lo señalado por (De Schryver y otros, 2014) y (Ng y otros, 2020), quienes afirmaron que los ácidos orgánicos pueden modificar la permeabilidad de las membranas bacterianas, inhibiendo el

crecimiento de patógenos y promoviendo un equilibrio microbiano más estable dentro del sistema acuático.

CAPITULO V

10. CONCLUSIONES

Las variables distancia y tiempo no tienen relevancia en las mortalidades durante el transporte de los reproductores, sin embargo, otras variables como oxígeno y temperatura presentaron correlaciones negativas fuertes en la supervivencia del camarón, pero con porcentajes mínimos de mortalidades registradas durante el transporte.

El lote #3 experimentó un cambio brusco de temperatura, inicialmente el camarón se transportó a temperatura ambiente de camaronera de 26,3°C y se lo recibió en los módulos de reserva con una temperatura de 22,1 °C provocando un shock térmico al organismo, dejándolo expuesto a severos problemas virales como el virus de la mancha blanca (WSSV), el cual tiene incidencia por bajas temperaturas (González y otros, 2024)

Los lotes #4 y #6 sufrieron cambios bruscos de salinidad, el lote #4 llegó a 1 ppm de salinidad y fue recibido con la misma salinidad en los tanques de reserva y al segundo día de cuarentena, la salinidad fluctuó a 21 ppm, a pesar de eso no registró mayor número de mortalidad durante los primeros 7 días, sin embargo, terminó la fase de cuarentena con el 59,4% de mortandad.

Lo mismo ocurrió con el lote #6 pues llegó de camaronera a 5 ppm fue recibido a la misma salinidad, pero al segundo día de cuarentena la salinidad incrementó bruscamente a 18 ppm ocasionando un choque osmótico severo y a medida que pasaban los primeros 7 días de cuarentena ya habían muerto 2.233 camarones de una población inicial de 3.780 lo cual fue alarmante.

Los cambios bruscos de salinidad y temperatura pueden afectar la salud del camarón por estrés térmico y osmótico, provocando respuestas fisiológicas adversas como la alteración del metabolismo, funciones celulares, desbalance iónico y repercutir en el sistema inmune del animal provocando la muerte.

Los parásitos epicomensales encontrados en las branquias y en el segmento del intestino posterior del lote #1, denotó un problema patológico significativo ya que este lote registró el 72% de mortalidad al final de la cuarentena identificando una prevalencia de *Zoothanium sp*, quistes de gregarinas, nemátodos y otros tipos de epicomensales en las branquias que no se lograron identificar, estos protozoarios se encuentran ampliamente distribuidos en la naturaleza, pudiendo infiltrarse y reproducirse en los sistemas de cultivo y así parasitar de manera externa, interna e intercelularmente a camarones provocando cambios de coloración en partes del exoesqueleto del camarón y afectando órganos importantes como las branquias reduciendo su capacidad de respirar. Después de controlar el problema de epicomensales mediante el uso de ácidos orgánicos como

medidas profilácticas utilizadas para combatir patógenos, el lote #1 tuvo problemas virales con la mancha blanca (WSSV) en la etapa de producción después de la fase de cuarentena, presuntamente por la debilitación del sistema inmunológico del camarón, provocado por estos parásitos con anterioridad.

En bacteriología el único lote que presentó problemas de alta carga bacteriana fue el Lote #2 en la base 1, cuantificando alta cantidad de UFC de bacterias del género *Vibrio* y *pseudomonas* en el segundo análisis que correspondió al final de la cuarentena en comparación al primer análisis que se efectuó en la recepción del lote para ver con que carga bacteriana entró a cuarentena. Los lotes restantes presentaron niveles que se encuentran dentro del rango normal de carga bacteriana permitida en el laboratorio.

En el lote experimental #7 con el ácido orgánico se obtuvo como resultados en el tratamiento con 7 ppm AO durante 1 h logró eliminar completamente los vibrios patógenos del medio y del tejido, sin afectar la salud ni el comportamiento de los camarones. Además, la respuesta alimentaria observada sugirió que el ácido ayudó a mitigar el estrés fisiológico generado por el transporte y la manipulación.

11.RECOMENDACIONES

Priorizar la salud del reproductor desde camaronera aplicando inmunoestimulantes, ácidos orgánicos, betaglucanos etc. Para reducir el estrés durante el transporte y fortalecer el sistema inmune del camarón.

Realizar una debida aclimatación de los animales al momento de ser transferidos a los módulos de cuarentena, incrementando gradualmente la salinidad y temperatura, para evitar cambios bruscos de estas variables que puedan desencadenar un desequilibrio fisiológico en el animal y así evitar deprimir el sistema inmune.

Analizar puntualmente a los reproductores de *Penaeus vannamei* al momento de llegada de los lotes mediante patología en fresco y bacteriología para tener un antecedente del estado de salud en el que llegan de camaronera y relacionar los resultados con posibles eventualidades que puedan suceder.

Establecer medidas profilácticas como el uso de ácidos orgánicos en los primeros días de cuarentena para estabilizar las altas mortalidades ocurridas a partir del tercer o cuarto día.

Monitorear diariamente los principales parámetros físicos, puntualmente la temperatura en los módulos de reserva, para evitar fluctuaciones que conllevan a cambios bruscos, e implementar espectrofotometría en los análisis químicos del agua.

Enfatizar en la bioseguridad promoviendo la asepsia al momento de manipular a los reproductores para así evitar la contaminación en el agua.

Cuantificar la carga bacteriana en los módulos de cuarentena para anticiparnos a cualquier patógeno oportunista.

Realizar pruebas moleculares para obtener un diagnóstico acertado y conciso de la patología causante de las mortalidades.

Anticiparnos a estas eventualidades y evitar pérdidas de reproductores para obtener una producción de nauplios superior al promedio.

12. BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, G., & Valle, F. (2000). Infectious disease in shrimp species with aquaculture potential. *Research Developments in Microbiology*.
- Anzoategui, S. (2025). *EFEECTO DE ÁCIDOS ORGÁNICOS, ACEITES ESENCIALES Y SU SINERGIA EN EL CRECIMIENTO Y SUPERVIVENCIA DE PENAEUS VANNAMEI*.
<https://repositorio.upse.edu.ec/server/api/core/bitstreams/c5ad0ce2-f589-4452-afb5-2fdb9cc39ae1/content>
- Arce, J., Gamboa, García, A., Julián, Godínez, D., Godínez, M., González, Ó., & Hernández, A. (2012). PRINCIPALES PATÓGENOS VIRALES DE CAMARÓN EN AMÉRICA Y SU RELACIÓN CON AMBIENTES DE BAJA SALINIDAD. *Ra Ximhai Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo*.
[file:///C:/Users/ASUS/Downloads/Dialnet-PrincipalesPatogenosViralesDeCamaronEnAmericaYSuRe-7860765%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/ASUS/Downloads/Dialnet-PrincipalesPatogenosViralesDeCamaronEnAmericaYSuRe-7860765%20(1).pdf)
- Barnes, R. D. (1983). *Invertebrate Zoology*.
- Bell, T., & Lightner, D. (1984). IHNV virus: infectivity and pathogenicity studies in *Penaeus stylirostris* and *Penaeus vannamei*. *Aquaculture*.

- Berger, C. (2000). Aportes de la bio-tecnología a la alimentación y a la inmunoestimulación de camarones peneidos. Asociación Langostina Peruana. *Asociación Langostinera Peruana (ALPE)*, 102-110.
- Bonett, B. (2017). Caracterización genética de líneas de reproductores de camarón blanco *Penaeus (Litopenaeus) vannamei* en cultivo.
- Boyd, C. (2000). *Water Quality. An Introduction*. Kluwer Academic Publishers. En C. E. Boyd.
- Boyd, C. E. (2012).
- Boyd, C., & Tucker, C. (2012). *Pond aquaculture water quality management*. Springer Science & Business Media.
- CHROMagar™. (2024). *CHROMagar™ Vibrio*. Leaflet:
https://www.chromagar.com/wp-content/uploads/2021/12/LF-EXT-008-VB-V7.0.pdf?utm_source=chatgpt.com
- CNA. (Diciembre de 2019). *El camarón: el primero de los no petroleros* .
<https://www.cna-ecuador.com/wp-content/uploads/2020/01/12.pdf>
- CNA. (2023). *Camara nacional de acuicultura*. Camarón – Reporte de Exportaciones Ecuatorianas Totales: <https://www.cna-ecuador.com/estadisticas/>
- Coello, J. (2020). *Evaluación económica del camarón (litopenaeus vannamei) en el sistema de transferencia con precría en la*

parroquia Tenguel, provincia de Guayas. Universidad Técnica de Machala, Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias (trabajo de titulación).

<https://doi.org/https://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/155>

10

Cortés, K. (2006). *Procedimientos técnicos para producción de nauplios de la Empresa TEXCUMAR S.A., Ecuador.* ZAMORANO, Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria.

Cox, C., & Angúlo, S. (2021). Determinación de iones. En A. R. E, & C. C. A, *CONTROL ESTADÍSTICO DE PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS EN EL PROCESO DE MADURACIÓN DEL CAMARÓN PARA LA DISMINUCIÓN DE SU TASA DE MORTALIDAD* (págs. 24, 25,26). ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL.

Cox, C., & Angúlo, S. (2021). Medición de parámetros fisicoquímicos. En *CONTROL ESTADÍSTICO DE PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS EN EL PROCESO DE MADURACIÓN DEL CAMARÓN PARA LA DISMINUCIÓN DE SU TASA DE MORTALIDAD* (págs. 25, 26, 27). ESPOL.

Cuéllar, A. (2008). Morales, V. y J. Cuéllar Anjel (eds.). 2008. Guía Técnica - Patología e Inmunología de Camarones Penaeidos. Programa

CYTED Red II-D Vannamei, Panamá, Rep. de Panamá. 270 pp. En
V. M. Cuéllar-Anjel.

Cuéllar, A., Morales-Covarrubias, Varela, A., & Elizondo, C. (2018). Shrimp bacterial infections in Latin America: A review. *Asian Fisheries Science*, 31S, 76-87.

Cuéllar, J. (Agosto de 2013). *Vibriosis*.

<https://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/es/vibriosis-in-shrimps-es.pdf>

Dagnino, J. (2014). *Regresión lineal*.

https://www.sachile.cl/upfiles/revistas/54e63943b5d69_14_regresion-2-2014_edit.pdf

De Schryver, P., Crab, R., Defoirdt, T., Boon, N., & Verstraete, W. (2014).

The basics of bio-flocs technology: The added value for aquaculture. Aquaculture, 277(3-4), 125-137.

Edemar, R., Beltrame, E., & Seiffert, W. (1996). Despesca e transporte de post-larvas. Curso internacional de "producao de pós larvas de camarao marhino .

El Universo. (21 de Abril de 2025). *Feria Expo Larva: sector larvicultor, que en 2024 generó \$ 360 millones en ventas, busca potenciar su desempeño*. <https://www.eluniverso.com/noticias/economia/expo->

larva-2025-santa-elena-sector-larvicultor-asociacion-de-laboratorios-productores-de-larvas-de-camaron-asolap-ecuador-2025-nota/

Fauquet, C., M. M., Maniloff, J., D. U., & Ball, L. (2004). Virus taxonomy classification and nomenclature of viruses. *Elsevier Academic Press*.

Flores-Miranda, M., Luna-González, A., Campa-Córdova, A., Fierro-Coronado, J., Partida-Arangure, B., Pintado, J., & González-Ocampo, H. (2012). *Isolation and characterization of infectious Vibrio sinaloensis strains from the Pacific shrimp Litopenaeus vannamei (Decapoda: Penaeidae)*.

Gayuh, W. Z. (29 de abril de 2024). *Vibrio: La causa de las enfermedades de los camarones y cómo prevenirla*.

<https://jala.tech/blog/cultivation-tips/vibrio-the-cause-of-shrimp-disease>

Gong, H., & Zhen, L. (2024). Efectos de una dieta con ácido tánico sobre el crecimiento, digestión, inmunidad y resistencia al estrés por amoniaco, y en la comunidad microbiana intestinal en el camarón blanco del pacífico (*Penaeus vannamei*). *Aquacultura*, 35.

González, P. (14 de Agosto de 2025). *Primicias*. El camarón fue el primer producto de exportación de Ecuador, por encima del petróleo, en el primer semestre: <https://www.primicias.ec/economia/camaron-petroleo-exportaciones-semester-ecuador-102852/>

González, R., Barragán, D., Villa, M., & López, M. J. (2024). Affections in white shrimp cultures due to the white spot syndrome virus. *Salud, Ciencia y Tecnología-Serie de Conferencias*, 3, 110.

Hair, J., Black, W., Babin, B., & Anderson, R. (2019). *Multivariate data analysis (8th ed.)*. Cengage Learning.

https://www.cengage.uk/c/multivariate-data-analysis-8e-hair-babin-anderson-black/9781473756540/?utm_source=chatgpt.com

Hernández Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). Capítulo V. Definición del alcance de la investigación que se realizará: exploratorio, descriptivo, correlacional o explicativo. En C. F. Roberto Hernández Sampieri, *Metodología de la investigación, sexta edición* (pág. 95). MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

IEQFB. (2 de Enero de 2024). *Instituto Europeo de química, física y biología* . ¿Cuáles son los tipos de siembras microbiológicas?: <https://ieqfb.com/tipos-de-siembras-microbiologicas/>

JAPI. (2023). *Kit me muestras de Amonios, nitritos y nitratos*. <https://apifishcare.com/product/nitrite-test-kit>

Jiang, D. H. (2000).

Jiménez, R., Barniol, R., & Barniol, L. (2025). Mortalidad en larvas y post larvas de camarones en cultivos en América. *Aquacultura*, 37.

- Kassambara, A. (2020). *Practical guide to cluster and correlation analysis in R: Visualization and interpretation*. STHDA.
https://www.datanovia.com/en/wp-content/uploads/dn-tutorials/book-preview/clustering_en_preview.pdf?utm_source=chatgpt.com
- Kaysner, C., DePaola, A., & Jones, J. (2004). Bacteriological Analytical Manual, Chapter 9: Vibrio. En *Food and Drug*.
- Kibenge, F., & Strange, R. (2021). Introduction to the anatomy and physiology of the major aquatic animal species in aquaculture. En B. B.-M. Frederick S.B. Kibenge. *Aquaculture Pharmacology*.
- Lightner, D. (2011). Virus diseases of farmed shrimp in the western hemisphere (the Americas): A. *Journal of Invertebrate Pathology*.
- Lightner, D. V. (2011). Histopathology and histological techniques for shrimp diseases. En: *Laboratory Manual for the Diagnosis of Shrimp Diseases* . Springer.
- Lightner, D., Pantoja, C., Poulos, B., T. K., Redman, R., Andrade, T., & Bonami, J. (2004). Infectious myonecrosis: new disease in Pacific white shrimp. *Glob Aquac Advocate*.
- Mayo, M. (2002). Virus Taxonomy. *Archives of virology*.

Mendoza M. (5 de Febrero de 2025). *Forbes*.

<https://www.forbes.com.ec/negocios/las-exportaciones-camaron-alcanzaron-mas-us-6000-millones-2024-n67134>

Molinos Champions. (16 de Abril de 2022). *5 señales de estrés en el camarón*. <https://molinoschampion.com/senales-estres-en-el-camaron/>

Morales Covarrubias, M. (2008). Enfermedades Bacterianas. En V. y. Morales, *Guía Técnica - Patología e Inmunología de Camarones Penaeidos* (pág. 120).

Morales, C., Ruíz, A., Pereira, L., Solis, V., & Conroy, G. (2011). Prevalencia de enfermedades de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) cultivado en ocho regiones de Latinoamérica. *Revista Científica*, XXI(5), 434-446.

Mukaka, M. (2012). *A guide to appropriate use of correlation coefficient in medical research*. *Malawi Medical Journal*, 24(3), 69–71.
https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3576830/?utm_source=chatgpt.com

Nath, P., Tabares, S., & (SSP), S. S. (2024). Laboratorio de larvas, el origen de una producción sostenible de camarón. *AQUACULTURA*, 157, 22-23. <https://doi.org/ISSN 1390-6372>

- Ng, W., Koh, C., Sudesh, K., & Siti-Zahrah, A. (2020). *Effects of organic acids on growth, immune response, and disease resistance in Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture Research*, 51(3), 1021–1031.
- Osiris, E. (2020). Evaluación de la tasa de consumo de oxígeno del *Penaeus vannamei* con relación a la salinidad, temperatura y peso corporal. *Revista Ciencia y Tecnología*(25), 61. <https://doi.org/DOI10.5377/rct.v13i25.10412>
- Panchana, F., Sotomayor, M., & Melena, J. (2011). Atlas de Histopatología de *Penaeus vannamei*: Volumen II (Bacterias, hongos y parásitos). *Revista Tecnológica ESPOL*.
<https://rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/es/article/view/80/43>
- Panorama acuícola. (22 de Febrero de 2024). *Cerca de 50 empresas participarán en una nueva edición de AquaExpo Santa Elena que girará en torno al tema de la larvicultura*.
<https://panoramaacuicola.com/2024/02/22/cerca-de-50-empresas-participaran-en-una-nueva-edicion-de-aquaexpo-santa-elena-que-girara-en-torno-al-tema-de-la-larvicultura>
- Pesca, I. N. (2000). SITUACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA DE VIRUS MANCHA BLANCA (WSSV) 1999. En B. R. Francisco Yoong Basurto.

PromaRosa. (30 de Diciembre de 2021). *Ecuador es el mayor productor mundial de camarón, según revista Aquaculture.*

<https://promarosa.com/blog/ecuador-es-el-mayor-productor-mundial-de-camaron-segun-revista-aquaculture/#:~:text=En%20el%20ranking%20publicado%20por,Ce ntroam%C3%A9rica%2C%20Estados%20Unidos%20y%20Europa.>

Restrepo, L., Domínguez, C., Bajaan, L., Betancourt, I., Rodríguez, J.,

Bayot, B., & Reyes, A. (2021). Microbial community characterization of shrimp survivors to AHPND challenge test treated with an effective shrimp probiotic (*Vibrio diabolicus*).

Microbiome, 12;9(1):88. <https://doi.org/0.1186/s40168-021-01043-8>

Reynolds, J. (2021). *Biology LibreTexts* . Media Preparation:

https://bio.libretexts.org/Learning_Objects/Laboratory_Experiments/Microbiology_Labs/Microbiology_Labs_I/01%3A_Media_Preparation?utm_source=chatgpt.com

Rios, S. (2020). Valoración de supervivencia durante transporte de

prereproductores de camarón *Penaeus vannamei*. En S. B. Tomalá, *Valoración de supervivencia durante transporte de prereproductores de camarón Penaeus vannamei*. (pág. 1). La Libertad. UPSE, Matriz.

Facultad de Ciencias del Mar. 1p.

- Rodríguez, C., & Zhurbenko, R. (2018). INDICACIONES PARA LA PREPARACIÓN DE MEDIOS DE CULTIVO. En R. Z. Claudio Rodríguez Martínez, *Manual de medios de cultivo* (pág. 21). Departamento de Investigaciones de Medios de Cultivo, BIOCEN.
- Romero, X., Gallardo, J., & Aldama, D. (2024). Diferenciación de falsos positivos de IHHNV y EHP: Toma de decisiones. *AQUACULTURA*, 157, 31. <https://doi.org/1390-6372>
- Ruíz, W. (2024). *Guias para análisis en fresto de muestras de camarones*. Proal Consulting: <https://proalconsulting.com/wp-content/uploads/2024/08/revistaGerencia.pdf>
- Sanz, S. (2011). Prácticas de microbiología. *Universidad de la Rioja, 2 da edición* . <https://doi.org/file:///C:/Users/ASUS/Downloads/Dialnet-PracticasDeMicrobiologia-100835.pdf>
- Sazali, S. (2008). *Skrining Bakteri Vibrio sp. Penyebab Penyakit Udang Berbasis Teknik Sekuens 16S rDNA* . Pekanbaru, Riau: *Universidad de Riau*. Universidad de Riau.
- Scarton, V. (2024). *Balance de oxígeno en sistemas de BTF para la producción de camarón blanco (Penaeus vannamei)*. Universitat Politècnica de València. <https://doi.org/https://riunet.upv.es/handle/10251/209941>

Shapiro, S., & Wilk, M. (1965). *An analysis of variance test for normality (complete samples)*. *Biometrika*, 52(3–4), 591–611.

https://www.math.utah.edu/~morris/Courses/ShapiroWilk.pdf?utm_source=chatgpt.com

Sharma, A., Thongham, I., & Muralidhar, A. M. (2024). Salinity-pathogenicity interaction of *Vibrio alginolyticus* in *Penaeus vannamei* shrimp. *PERIODICUM BIOLOGORUM*, 126, No 1–2, 43–52, 2024. <https://doi.org/https://doi.org/10.18054/pb.v126i1-2.32185>

Skretting. (Mayo de 2019). *Boletín # 17. Comportamiento sanitario de Litopenaeus vannamei, Ecuador*.

<https://www.skretting.com/siteassets/local-folders/ecuador/boletines-ecuador/17-comportamiento-sanitario-de-litopennaus-vannamei-en-ecuador-1.pdf?v=4a4778>

Suasnavas, S. (2025). La innovación y tecnología, el motor del primer eslabon en la producción de camarón: La larvicultura. *Aquacultura*, 8.

Texcumar. (2019). *Centro de reproducción y mejoramiento genético de camarón* . <http://www.texcumar.com/Nosotros.aspx>

Texcumar S.A. (2022). *Protocolo de análisis de calidad de agua*.

Tierra&Mar. (2025). *Expo Larva 2025: El corazón de la innovación larvicultora late en Santa Elena.*

<https://www.tierraymarec.com/expo-larva-2025-el-corazon-de-la-innovacion-larvicultora-late-en-santa-elena/>

Tjahjadi, S. (1994). *Bakteri Penghambat Vibrio harveyi untuk Menanggulangi dan Penyakit Berpendar pada Larva Udang Windu (Penaeus monodon).*

Uniandes. (21 de Septiembre de 2023). *Introducción a la regresión lineal: definición y aplicaciones.* La regresión lineal es una técnica estadística ampliamente utilizada que permite modelar y analizar la relación entre una variable dependiente y una o más variables independientes.: <https://programas.uniandes.edu.co/blog/regresion-lineal>

Walker, P., & Mohan, C. (2009). Viral disease emergence in shrimp aquaculture: origins, impact and the effectiveness of health management strategies. *Reviews in Aquaculture.*
<https://doi.org/10.1111/j.1753-5131.2009.01007.x>

Zermeño-Cervantes, L., Barraza, A., González-Ponce, H., Martínez-Díaz, S., & Cardona-Félix, C. (2023). *Penaeus vannamei* challenged with a *Vibrio parahaemolyticus* AHPND strain shows hepatopancreatic

microbiota imbalance. *Ciencias Marinas*, 49.

<https://doi.org/https://doi.org/10.7773/cm.y2023.3234>

13. ANEXOS

Anexo 1. Datos de lotes de reproductores

Lote #1 **TEXCUMAR base 3** distancia 154 km

Lunes 24 de Julio del 2025, (Salida 12:00 am – llegada 16:00)

Camaronera la Valentina 2 (Grupo Diosmar) vía a Yaguachi

Camarones 3290

Parámetros físico químicos

Mortalidades: 67

Parámetros Físicos químicos	Tinas de transporte	Tanque de reservorio
Oxígeno	4,65 mg/l 56,3 %L	9,32 mg/L
Temperatura	24,9 °C	24 °C
Salinidad	20	33
pH	7,43	7,9
Alcalinidad	165 mg/l	190 mg/L
Ca	102,07	98 mg/L
K	90	7,8 mg/L
Mg	699,3	
Amonio	0,75	0,50
Nitritos	0	0
Nitratos	4	5

Lote #2 naturisa TEXCUMAR base 1

32, 39, 40

Jueves 7 de agosto del 2025, (Salida 14:30 am – llegada 17:40)

3500 camarones 250 animales / tina (14 tinas)

Salinidad: 20 ppm

Oxígeno: 9.10 mg/l

Temperatura: 25,1 °C

Mortalidades: 6

Parámetros Físicos químicos	Tinas de transporte	Tanque de reservorio
Oxígeno	9,10 mg/l 108,6 %L	8,54 mg/L
Temperatura	25,1 °C	23,3 °C
Salinidad	21	31 ppm
pH	7,47	8,10
Alcalinidad	260 mg/l	120 mg/L
Ca	139,07	116 mg/L
K	90	10 mg/L
Mg	566,1	
Amonio	0,25	0,35
Nitritos	0	0
Nitratos	5	4

Lote #3 TEXCUMAR base 4

r12, r8, r9, r10

viernes 8 de agosto del 2025, (Salida 11:30 am – llegada 15:45)

Naturisa (Las esclusas – Guayaquil) 161km

4060 camarones 290 animales / tina (14 tinas)

Mortalidades: 4

Parámetros Físicos químicos	Tinas de transporte	Tanque de reservorio
Oxígeno	4,65 mg/l 56,3 %L	9,38 mg/L
Temperatura	23 °C	24,1
Salinidad	20	33
pH	7,43	8,19
Alcalinidad	100 mg/l	165 mg/L
Ca	102,07	317 mg/L
K	20,7	115 mg/L
Mg	127	699,3 mg/L
Amonio	0,50	0,75
Nitritos	0	0
Nitratos	5	7

Lote #4 TEXCUMAR base 5

M: 2

Jueves 21 de agosto del 2025, (Salida 10:00 am – llegada 15:00) 227 km

Biolosa (Tosagua – Manabí)

4060 camarones 290 animales / tina (14 tinas)

Salinidad: 1 ppm

Parámetros Físicos químicos	Tinas de transporte	Tanque de reservorio
Oxígeno	7,81 mg/l 114,3 %L	8,65 mg/L
Temperatura	25,2 °C	24,6 °C
Salinidad	1 ppm	33
pH	8,07	7,98
Alcalinidad	225 mg/l	160 mg/L
Ca	47 mg/l 108 mg/l	189 mg/L
K	25 mg/l	147 mg/L
Mg		
Amonio	0,75	0,60
Nitritos	0	0
Nitratos	4	5

Omarsa (Pto inca)

4100 camarones 290 animales / tina (14 tinas)

Salinidad: 31ppm

Oxígeno: 7,37 mg/l saturación: 111,2 %L

Temperatura: 23,4 °C

Mortalidades: 59

Parámetros Físicos químicos	Tinas de transporte	Tanque de reservorio
Oxígeno	7,37 mg/l 111,2 %L	9,5 mg/L
Temperatura	23,4 °C	25,2
Salinidad	31 ppm	32
pH	8,19	8,13
Alcalinidad	90 mg/l	220 mg/L
Ca	114 mg/l 284 mg/l	213 mg/L
K	11 mg/l	14 mg/L
Mg		
Amonio	0,15	0,35
Nitritos	0	0
Nitratos	4	6

Lanec (Taura)

3780 camarones 270 animales / tina (14 tinas)

Salinidad: 5ppm

Oxígeno: 8,27 mg/l saturación: %L

Temperatura: 26,4 °C

Mortalidades: 20

Parámetros Físicos químicos	Tinas de transporte	Tanque de reservorio
Oxígeno	8,27 mg/l %L	
Temperatura	26,4 °C	
Salinidad	5 ppm	
pH	7,97	
Alcalinidad	295 mg/l	
Ca	71 mg/l 177 mg/l	
K	8,6 mg/l	
Mg		
Amonio	0,70	
Nitritos	0	
Nitratos	30	

Nota. Se registraron los datos de movilización, parámetros, número total de animales por lote y densidad de cada tina.

Anexo 2. Cálculos realizados en R Studio

```
=====
Análisis en R (estudio) de cada variable
Variable: km

Call:
lm(formula = datos$Mortalidad ~ datos[[var]])

Residuals:
 1  2  3  4  5  6
38.549 25.875 -23.170 -25.290 -12.765 -3.199

Coefficients:
      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  9.9960  86.4478  0.116  0.914
datos[[var]]  0.1198   0.4734  0.253  0.813

Residual standard error: 29.6 on 4 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.01577, Adjusted R-squared: -0.2303
F-statistic: 0.06409 on 1 and 4 DF, p-value: 0.8126

=====
```

```
=====
Variable: horas

Call:
lm(formula = datos$Mortalidad ~ datos[[var]])

Residuals:
 1  2  3  4  5  6
35.113 18.319 -30.284 -26.567 -7.489 10.908

Coefficients:
      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  67.063  74.523  0.900  0.419
datos[[var]] -8.794  18.280 -0.481  0.656

Residual standard error: 29.01 on 4 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.0547, Adjusted R-squared: -0.2303
F-statistic: 0.2314 on 1 and 4 DF, p-value: 0.6556

=====
```

```
=====
Variable: temperatura

Call:
lm(formula = datos$Mortalidad ~ datos[[var]])

Residuals:
 1  2  3  4  5  6
20.75 2.25 -21.00 -26.50 15.75 8.75

Coefficients:
      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  466.250  233.006  2.001  0.116
datos[[var]] -17.500   9.376 -1.866  0.135

Residual standard error: 21.81 on 4 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.4655, Adjusted R-squared: 0.3319
F-statistic: 3.484 on 1 and 4 DF, p-value: 0.1354

=====
```

```
=====
Variable: Salinidad

Call:
lm(formula = datos$Mortalidad ~ datos[[var]])

Residuals:
 1  2  3  4  5  6
20.808 14.812 -28.171 -29.169  1.857 19.864

Coefficients:
      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 13.1345  19.4759  0.674  0.537
datos[[var]]  1.0017   0.8833  1.134  0.320

Residual standard error: 25.96 on 4 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.2433, Adjusted R-squared: 0.05414
F-statistic: 1.286 on 1 and 4 DF, p-value: 0.3201

=====
```

```
=====
Variable: pH

Call:
lm(formula = datos$Mortalidad ~ datos[[var]])

Residuals:
 1  2  3  4  5  6
36.5559 16.0423 -33.0742 -6.1634 -13.4646  0.1033

Coefficients:
      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -310.44  360.67 -0.861  0.438
datos[[var]]  43.15   45.47  0.949  0.396

Residual standard error: 26.96 on 4 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.1838, Adjusted R-squared: -0.2303
F-statistic: 0.9005 on 1 and 4 DF, p-value: 0.3964

=====
```

```
=====
Variable: oxígeno

Call:
lm(formula = datos$Mortalidad ~ datos[[var]])

Residuals:
 1  2  3  4  5  6
-8.329 20.176 -9.607 -7.849 -6.746 12.354

Coefficients:
      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 137.735  29.785  4.624 0.00985 **
datos[[var]] -13.421   3.695 -3.633 0.02211 *
---
Signif. codes:
 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 14.39 on 4 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.7674, Adjusted R-squared: 0.7092
F-statistic: 13.2 on 1 and 4 DF, p-value: 0.02211

=====
```

Nota. Los cálculos de regresión lineal de las diferentes variables ante las mortalidades se realizaron en R studio

Anexo 3. Resultados de la correlación realizada

nt(corr_tabla)									
	variable	r	p	Significativo					
1	O2	-0.38175156	0.45518980	NO					
2	pH	0.01225135	0.98162389	NO					
3	Salinidad	-0.88055534	0.02054848	SÍ					
4	Temperatura	0.44752101	0.37353214	NO					
5	Ca	-0.68677327	0.13180099	NO					
6	K	0.16016302	0.76180974	NO					
7	Mg	0.89541229	0.10458771	NO					
8	Alcalinidad	0.66366373	0.15065960	NO					
9	Amonio	0.56660312	0.24104619	NO					
10	Nitritos	NA	NA	<NA>					
11	Nitratos	0.22551668	0.66745962	NO					
12	TCBS_verde_agua	-0.22461330	0.66874604	NO					
13	TCBS_amarilla_agua	0.01908949	0.97136924	NO					
14	CPS_agua	-0.05399654	0.91908391	NO					
15	C_Vibrio_P_agua	-0.27300576	0.60066522	NO					
16	C_Vibrio_V_agua	0.28245592	0.58758347	NO					
17	C_Vibrio_A_agua	0.26337392	0.61407370	NO					
18	TCBS_verde_hep	0.42502045	0.40085768	NO					
19	TCBS_amarilla_hep	0.52898472	0.28053445	NO					
20	CPS_hep	0.37131362	0.46862678	NO					
21	C_Vibrio_P_hep	-0.24859570	0.63478804	NO					
22	C_Vibrio_V_hep	0.08671474	0.87025391	NO					
23	C_Vibrio_A_hep	-0.14307775	0.78684786	NO					

Anexo 4. Mortalidades en los 7 días de cuarentena

Lote#1 Diosmar base 3 (24/07/25)						
días	mortalidades	O2 (mg/L)		pH	salinidad (ppm)	temperatura (°C)
1	74	4,65		7,43	20	24,9
2	56	7,21		8,02	20	24
3	239	6,78		8	20	23,6
4	747	6,21		8,01	21	23,2
5	193	6,44		7,8	21	22,9
6	154	7,48		7,9	21	22,9
7	226	9,65		7,8	21	22,7
total 1	1.689					
total 2	2.527					

Lote#2 Naturisa 210 base 1 (7/08/25)						
días	mortalidades	O2 (mg/L)		pH	salinidad (ppm)	temperatura (°C)
1	151	9,1		7,47	21	25
2	141	8,5		8,01	21	24
3	117	8,9		8,29	22	23
4	56	8,7		8,14	25	23
5	41	7,56		8,03	24	23
6	25	7,88		7,78	29	23,6
7	37	9,2		8	30	24,2
total 1	548					
total 2	1.769					

Lote#3 Naturisa 211 base 4 (8/08/25)						
días	mortalidades	O2 (mg/L)		pH	salinidad (ppm)	temperatura (°C)
1	12	8,36		7,43	20	22,1
2	99	9,82		7,89	20	25
3	184	6,36		8,09	23	25,14
4	296	6,19		8,34	22	22,3
5	91	8,23		8,55	22	23,4
6	57	7,9		8	25	23,7
7	64	7,54		8,31	31	23,6
total 1	803					
total 2	2.060					

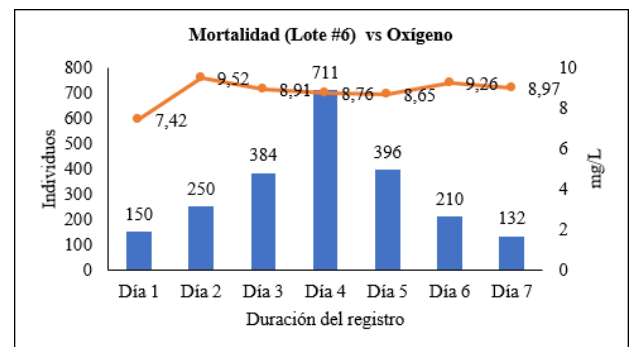
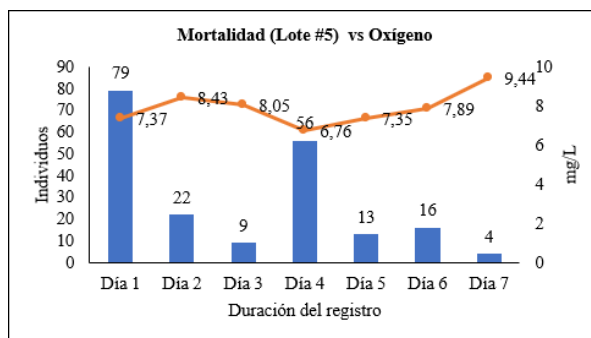
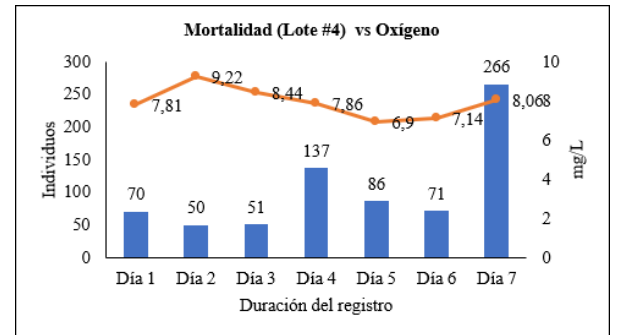
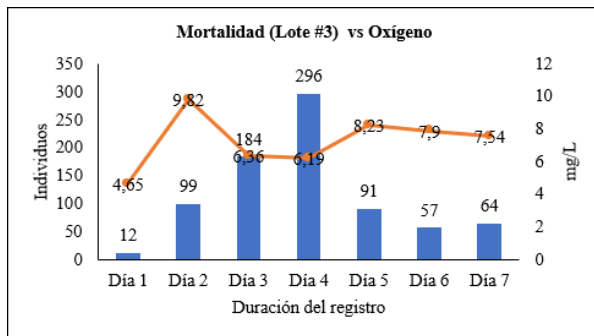
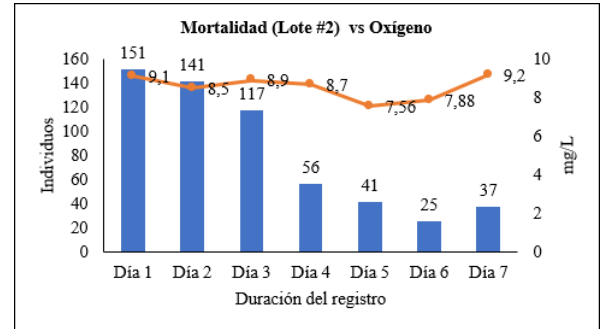
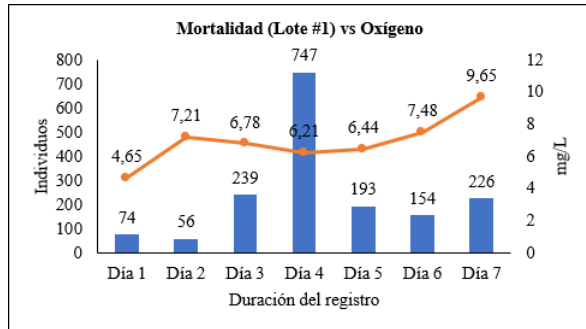
Lote#4 Biolosa 15 base 5 (21/08/25)						
días	mortalidades	O2 (mg/L)	pH	salinidad (ppm)	temperatura (°C)	
1	70	7,81	8,07	1	25,2	
2	50	9,22	8,01	21	25,3	
3	51	8,44	8,01	22	24,9	
4	137	7,86	7,9	22	24,2	
5	86	6,9	7,7	28	22,4	
6	71	7,14	7,9	28	22,9	
7	266	8,06	8,4	31	23,5	
total 1	731					
total 2	2.412					

Lote#5 omarsa base 3 (09/09/25)						
días	mortalidades	O2 (mg/L)	pH	salinidad ppm	temperatura (°C)	
1	79	7,37	8,19	31	23,4	
2	22	8,43	8,13	31	25	
3	9	8,05	8,16	32	25,1	
4	56	6,76	8,09	32	24,9	
5	13	7,35	7,9	33	25,2	
6	16	7,89	7,9	33	25,8	
7	4	9,44	8,3	35	25,4	
total 1	199					
total 2	734					

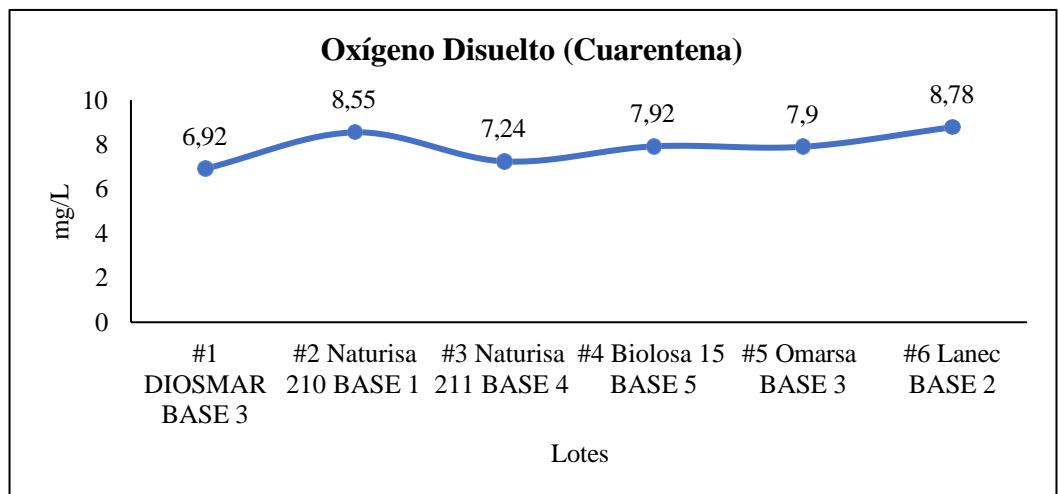
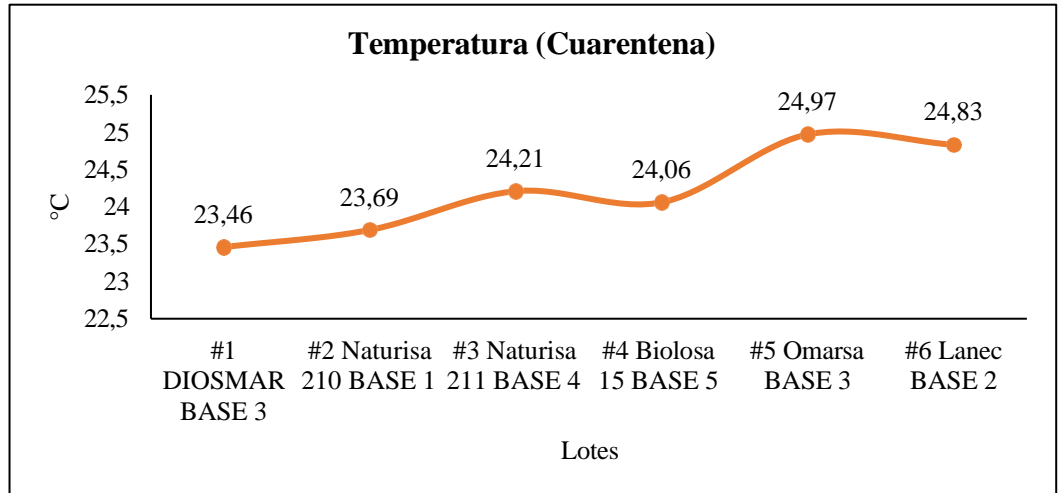
Lote#6 Lanec base 2 (09/10/25)						
días	mortalidades	O2 (mg/L)	pH	salinidad ppm	temperatura (°C)	
1	150	7,42	7,97	5	26,4	
2	250	9,52	7,8	18	25,8	
3	384	8,91	8,12	28	25,2	
4	711	8,76	8,32	30	23	
5	396	8,65	8,27	28	24,1	
6	210	9,26	8,39	35	25,1	
7	132	8,97	8,44	27	24,2	
total 1	2233					
total 2	2.503					

Nota. Se registraron las mortalidades y datos de oxígeno, temperatura, pH y salinidad en los primeros días de cuarentena y el total de mortalidades durante esos días.

Anexo 5. Datos de mortalidad de los lotes en relación al oxígeno disuelto durante los 7 días de cuarentena



Anexo 6. Datos promedios de temperatura y oxígeno durante la cuarentena



Nota. Los datos promedios de temperatura y oxígeno se mantuvieron estables durante los 7 días de cuarentena

Anexo 7. Datos de UFC registrados de los lotes de reproductores

Lotes	Muestreos	Cultivo	Agares					
			TCBS		CPS	C. Vibrio		
			Verdes	Amarillas		V. <i>parahaemolyticus</i>	V. <i>vulnificus</i>	V. <i>alginolyticus</i>
#1 DIOSMAR-B3	1	Agua	24	759	8	21	12	566
#1 DIOSMAR-B3	1	Hepatopáncreas	69	1021	1	249	32	639
#1 DIOSMAR-B3	2	Agua	4	103	2	6	2	355
#1 DIOSMAR-B3	2	Hepatopáncreas	6	49	6	78	6	190
#2 NAT - B1	1	Agua	103	798	11	34	38	242
#2 NAT - B1	1	Hepatopáncreas	16	128	3	346	76	665
#2 NAT - B1	2	Agua	26	253	87	80	12	840
#2 NAT - B1	2	Hepatopáncreas	0	936	0	0	34	689
#3 NAT - B4	1	Agua	76	862	17	27	42	454
#3 NAT - B4	1	Hepatopáncreas	19	72	5	31	76	242
#3 NAT - B4	2	Agua	3	472	0	35	9	696
#3 NAT - B4	2	Hepatopáncreas	22	34	0	2	0	19
#4 BIOLOSA - B5	1	Agua	16	217	0	49	71	460
#4 BIOLOSA - B5	1	Hepatopáncreas	0	0	0	0	56	81
#4 BIOLOSA - B5	2	Agua	50	593	0	0	33	452
#4 BIOLOSA - B5	2	Hepatopáncreas	9	24	0	4	7	238
#5 OMARSA - B3	1	Agua	59	890	4	39	5	1320
#5 OMARSA - B3	1	Hepatopáncreas	0	1342	1	0	5	1115
#5 OMARSA - B3	1	Hemolinfa	173	27	0	99	3	2
#5 OMARSA - B3	2	Agua	49	761	6	0	15	439
#5 OMARSA - B3	2	Hepatopáncreas	12	283	0	0	46	128
#6 LANEC - B2	1	Agua	130	850	5	18	580	629
#6 LANEC - B2	1	Hepatopáncreas	46	630	3	7	79	55
#6 LANEC - B2	2	Agua	77	173	0	31	0	201
#6 LANEC - B2	2	Hepatopáncreas	6	832	0	19	0	936

Anexo 8. Tabla de mortalidades registradas de los lotes durante los 7 días y su relación con el oxígeno disuelto

Lotes	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
#1 DIOSMAR BASE 3	74	56	239	747	193	154	226
#1 DIOSMAR BASE 3	4,65	7,21	6,78	6,21	6,44	7,48	9,65
#2 Naturisa 210 BASE 1	151	141	117	56	41	25	37
#2 Naturisa 210 BASE 1	9,1	8,5	8,9	8,7	7,56	7,88	9,2
#3 Naturisa 211 BASE 4	12	99	184	296	91	57	64
#3 Naturisa 211 BASE 4	4,65	9,82	6,36	6,19	8,23	7,9	7,54
#4 Biolosa 15 BASE 5	70	50	51	137	86	71	266
#4 Biolosa 15 BASE 5	7,81	9,22	8,44	7,86	6,9	7,14	8,06
#5 Omarsa BASE 3	79	22	9	56	13	16	4
#5 Omarsa BASE 3	7,37	8,43	8,05	6,76	7,35	7,89	9,44
#6 Lanec BASE 2	150	250	384	711	396	210	132
#6 Lanec BASE 2	7,42	9,52	8,91	8,76	8,65	9,26	8,97

Anexo 9. Grados de severidad a la infección, infestación y síndrome

Grados de severidad	Signos clínicos
0	No presentan signos de infección por el agente patógeno, parásito o epicomensal. No presentan lesiones características de síndromes.
1	Presencia muy baja del patógeno, parásito o epicomensal. En aquellos donde se tiene un número estándar permitido, éste se encuentra justo arriba del límite normal. Se observan muy pocas lesiones características del síndrome.
2	Se observa la presencia baja y moderada del patógeno, parásito o epicomensal. Se observan lesiones ligeras o moderadas, características del síndrome. Incremento en la mortalidad si no se aplica tratamiento (cuando existe tratamiento).
3	Se observa la presencia moderada del patógeno, parásito o epicomensal. Se observan lesiones moderadas a severas, características del síndrome. Potencialmente letal si no se aplica tratamiento (cuando existe tratamiento).
4	Se observa gran cantidad del patógeno, parásito o epicomensal. Se observan severas lesiones características del síndrome. Muy letal con altas mortalidades.

Nota. *Guía general para dar un valor numérico cualitativo de grado de severidad a la infección, infestación y síndrome (Lightner, 1996).*

Anexo 10. Grados de severidad a la deformación tubular en hepatopáncreas

Grados de severidad	Signos clínicos
0	No presentan signos de deformación tubular (0). No presentan lesiones características de síndromes.
1	Presencia muy baja de deformación tubular (1-5/campo/organismo). Se observan muy poco desprendimiento celular.
2	Se observa la presencia moderada de deformación tubular (6-10/ campo/organismo). Presencia de hemocitos y formación de nódulos hemocíticos. Se observa mortalidad si no se aplica tratamiento.
3	Se observa la presencia alta de deformación tubular (11-20/ campo/organismo). Se observan lesiones moderadas a severas, como melanización, desprendimiento celular, atrofia tubular y formación de nódulos hemocíticos. Potencialmente letal si no se aplica tratamiento.
4	Se observa gran cantidad de túbulos deformes (más de 20/campo/ organismo). Se observan severas lesiones como melanización, necrosis, atrofia tubular, túbulos vacíos, formación de nódulos hemolíticos y presencia de granulomas. Muy letal con altas mortalidades.

Nota. Guía para dar un valor numérico cualitativo de grado de severidad a la deformación tubular en hepatopáncreas con análisis en fresco (Morales-Covarrubias, 2004).

Anexo 11. Grados de severidad por infestación de gregarinas

Grados de severidad	Signos clínicos
0	No presentan signos de infección por el parásito (0). No presen tan lesiones causadas por el parasitismo.
1	Presencia muy baja del parásito (1-15/intestino/organismo). Se observan muy pocas lesiones causadas por el parasitismo como infiltración hemocítica.
2	Se observa la presencia moderada del parásito (16-50/intestino/organismo). Se observa un incremento en las lesiones causadas por el parasitismo como infiltración hemocítica y formación de nódulos hemocítico Se observa mortalidad si no se aplica tratamiento.
3	Se observa la presencia alta del parásito (51-100/intestino/organismo). Se observan lesiones moderadas a severas causadas por el parasitismo, como infiltración hemocítica y áreas multifocales mecanizadas y formación de nódulos hemocíticos. Potencial mente letal si no se aplica tratamiento.
4	Se observa gran cantidad del parásito (más de 100/intestino/organismo). Se observan severas lesiones causadas por el parasitismo como infiltración hemocítica, melanización multifocal y necrosis. Muy letal con altas mortalidades.

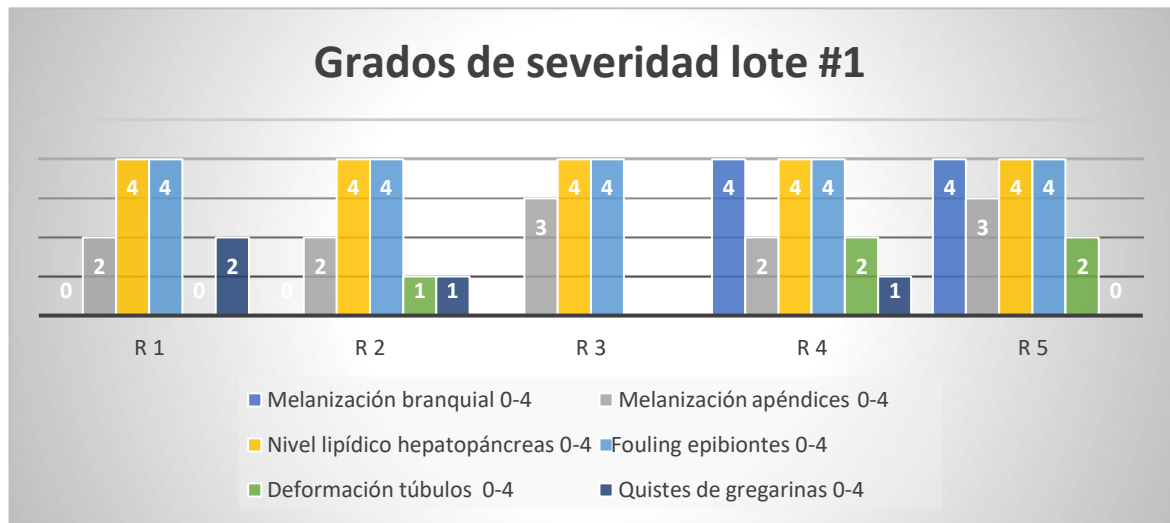
Notas. Guía para dar un valor numérico cualitativo de grado de severidad a la infestación por gregarinas utilizando análisis en fresco.

*Anexo 12. Grados de severidad por infestación de epicomensales en branquias de *Penaeus vannamei**

Grados de severidad	Signos clínicos
0	No presentan signos de infección por protozooario (0). No presen tan lesiones causadas por epicomensales.
1	Presencia muy baja de protozoarios (1-5/lámela/organismo). Se observan muy pocas lesiones causadas por los epicomensales, como infiltración hemocítica.
2	Se observa la presencia moderada de protozoarios (6-10/lámela/ organismo). Se observa un incremento en las lesiones causadas por los epicomensales, como infiltración hemocítica y formación de nódulos hemocíticos. Se observa mortalidad si no se toman las medidas de corrección.
3	Se observa la presencia alta de protozoarios (10-20/lámela/organismo). Se observan lesiones moderadas a severas causadas por los epicomensales, como infiltración hemocítica y áreas multifocales mecanizadas y formación de nódulos hemocíticos. Potencial mente letal si no se toman medidas de corrección
4	Se observa gran cantidad del parásito (más de 20). Se observan severas lesiones causadas por los epicomensales, como infiltración hemocítica, melanización multifocal y necrosis. Muy letal con altas mortalidades.

Nota. Guía para dar un valor numérico cualitativo de grado de severidad a la infestación por epicomensales en lamelas branquiales.

Anexo 13. Grafica de la valoración patológica del lote #1



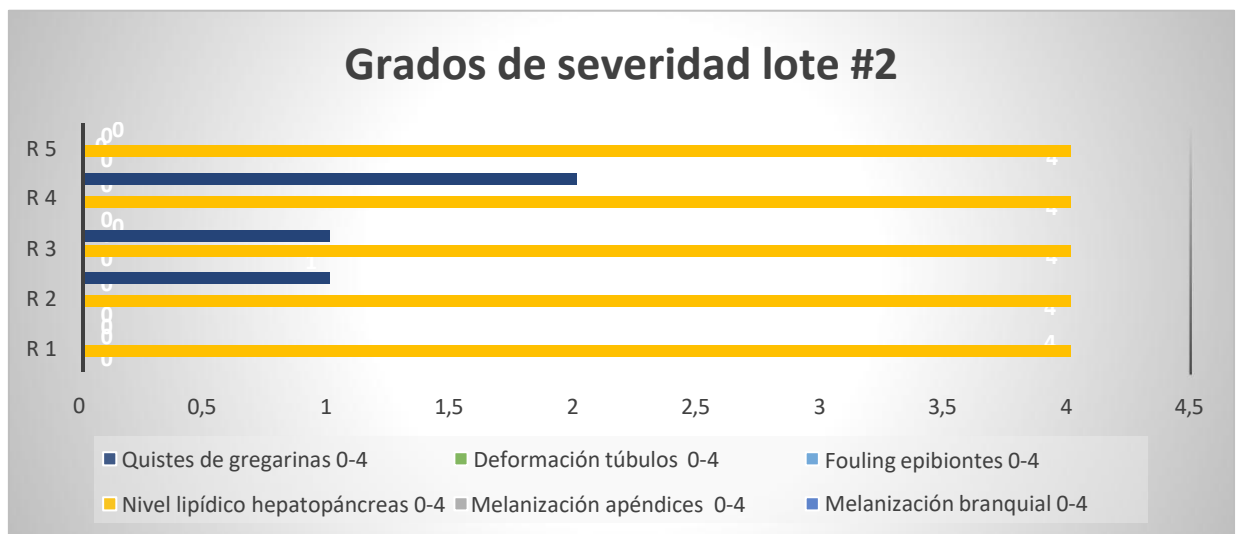
Anexo 14. Valoración patológica del lote #2

Reproductores Lote Naturisa #2 (Base 1)

Observaciones	Rango	R 1	R 2	R 3	R 4	R 5
Melanización branquial	0-4	0	0	0	0	0
Melanización apéndices	0-4	0	0	0	0	0
Nivel lipídico hepatopáncreas	0-4	4	4	4	4	4
Fouling epibiontes	0-4	0	0	0	0	0
Deformación túbulos	0-4	0	0	0	0	0
Quistes de gregarinas	0-4	0	1	1	2	0

Nota. Se determinaron los grados de severidad en el análisis patológico de los reproductores del lote Naturisa #2 que llegó a la base 1 de texcumar, dando como resultados una buena salud de los camarones sin embargo se notó presencia leve y moderada de gametocitos de gregarina en el segmento final del intestino posterior.

Anexo 15. Grafica de la valoración patológica del lote #2



Anexo 16. Valoración patológica del lote #3

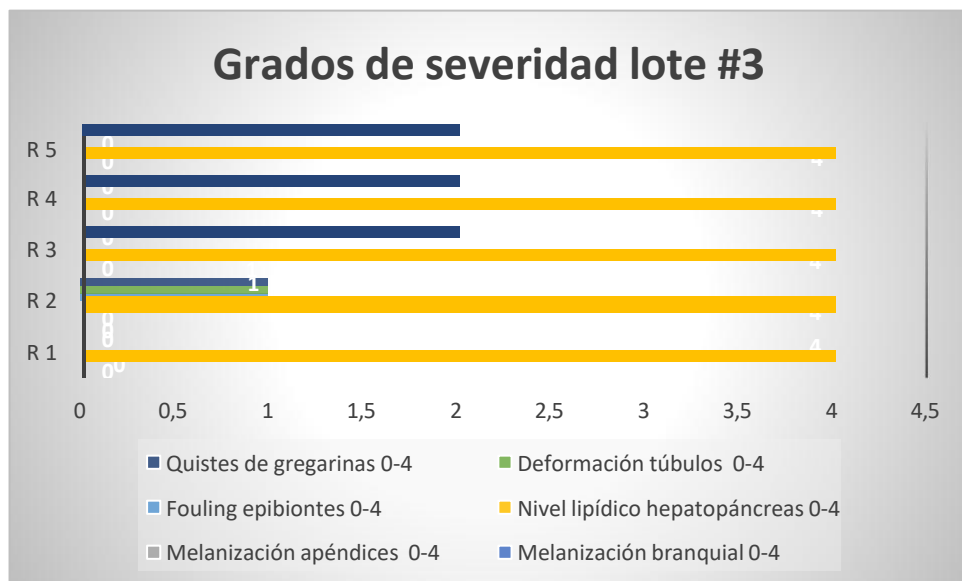
Reproductores Lote Naturisa #3 (Base 4)

Observaciones	Rango	R 1	R 2	R 3	R 4	R 5
Melanización branquial	0-4	0	0	0	0	0
Melanización apéndices	0-4	0	0	0	0	0
Nivel lipídico hepatopáncreas	0-4	4	4	4	4	4

Fouling	0-4	0	1	0	0	0
epibiontes						
Deformación	0-4	0	1	0	0	0
túbulos						
Quistes	de 0-4	0	1	2	2	2
gregarinas						

Nota. Se determinaron los grados de severidad en el análisis patológico de los reproductores del lote Naturisa #3 que llegó a la base 4 de texcumar, dando como resultados una buena salud de los camarones sin embargo se notó presencia moderada de gametocitos de gregarina en el segmento final del intestino posterior.

Anexo 17. Grafica de la valoración patológica del lote #3



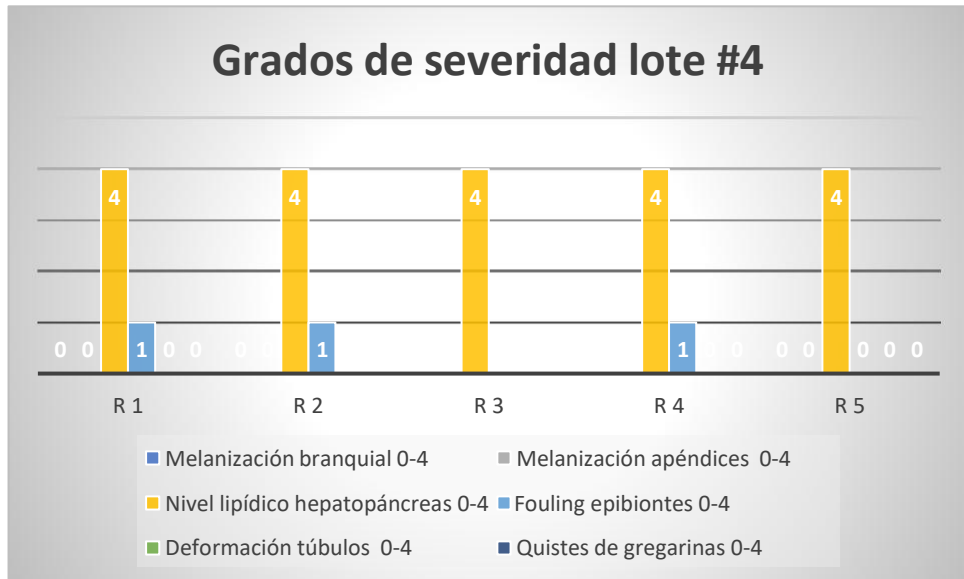
Anexo 18. Valoración patológica del lote #4

Reproductores Lote Biolosa #4 (Base 5)

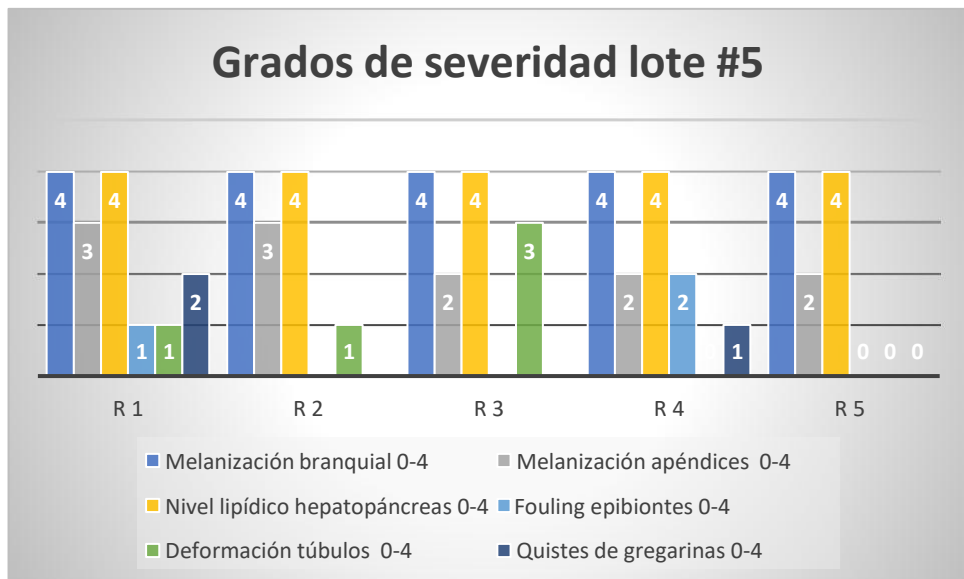
Observaciones	Rango	R 1	R 2	R 3	R 4	R 5
Melanización branquial	0-4	0	0	0	0	0
Melanización apéndices	0-4	0	0	0	0	0
Nivel lipídico hepatopáncreas	0-4	4	4	4	4	4
Fouling epibiontes	0-4	1	1	0	1	0
Deformación túbulos	0-4	0	0	0	0	0
Quistes de gregarinas	0-4	0	0	0	0	0

Nota. Se determinaron los grados de severidad en el análisis patológico de los reproductores del lote Biolosa #4 que llegó a la base 5 de texcumar, dando como resultados una buena salud de los camarones sin embargo se notó presencia moderada de bacterias filamentosas en las lamelas branquiales de los camarones 1, 2, y 4.

Anexo 19. Grafica de la valoración patológica del lote #4



Anexo 20. Grafica de la valoración patológica del lote #5



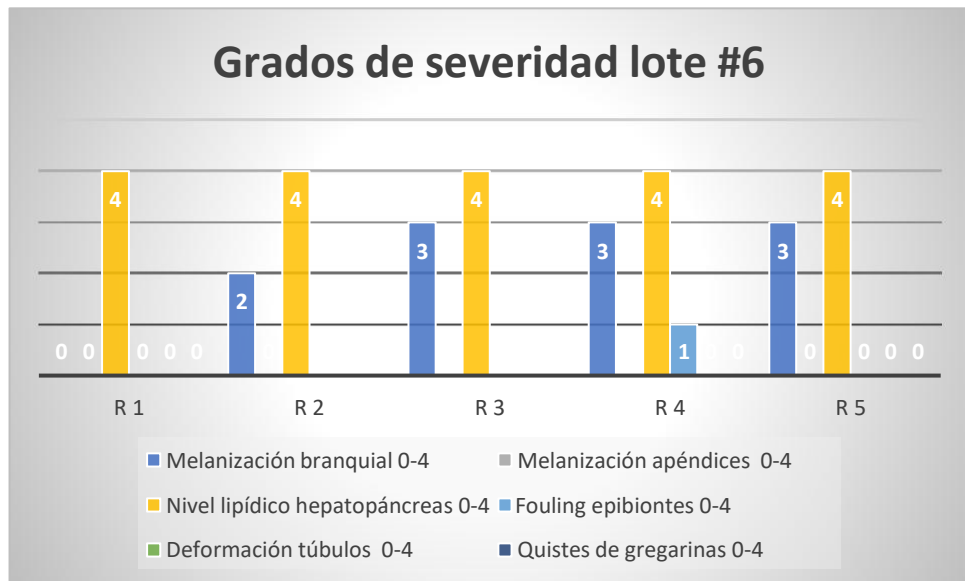
Anexo 21 Valoración patológica del lote #6

Reproductores Lote Lanec #6 (Base 2)

Observaciones	Rango	R 1	R 2	R 3	R 4	R 5
Melanización branquial	0-4	0	2	3	3	3
Melanización apéndices	0-4	0	0	0	0	0
Nivel lipídico hepatopáncreas	0-4	4	4	4	4	4
Fouling epibiontes	0-4	0	0	0	1	0
Deformación túbulos	0-4	0	0	0	0	0
Quistes de gregarinas	0-4	0	0	0	0	0

Nota. Se determinaron los grados de severidad en el análisis patológico de los reproductores del lote Lanec #6 que llegó a la base 2 de Texcumar, dando como resultados una buena salud de los camarones sin embargo se notó una alta melanización en las branquias en los camarones 3, 4 y 5, y bacterias filamentosas adheridas entre las lamelas branquiales del camarón 4.

Anexo 22. Grafica de la valoración patológica del lote #6

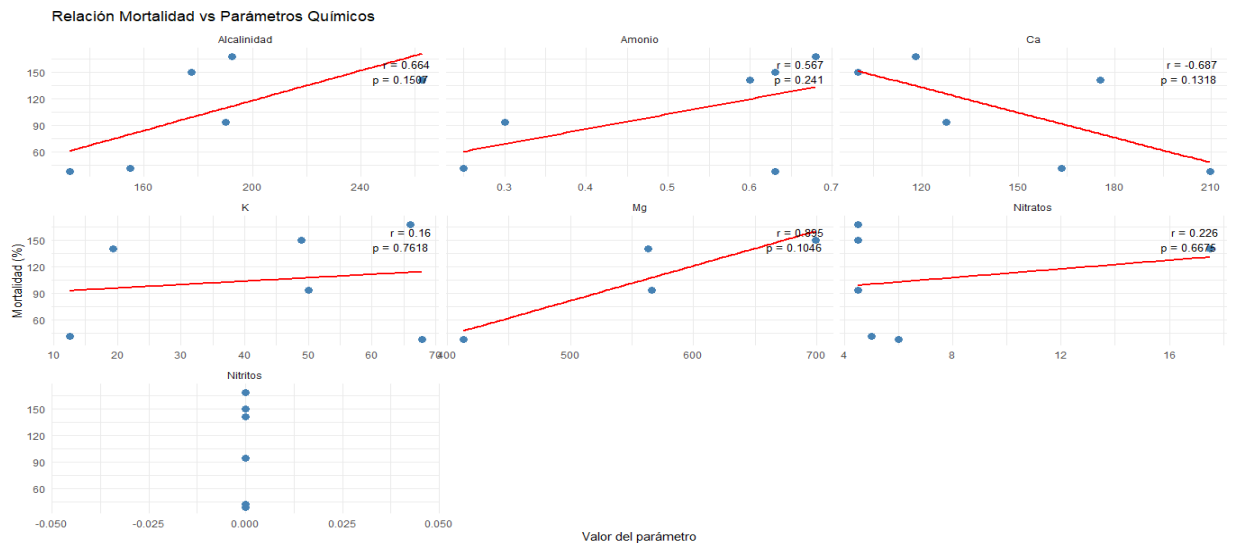


Anexo 23. Tabla de valores de la correlación de Spearman

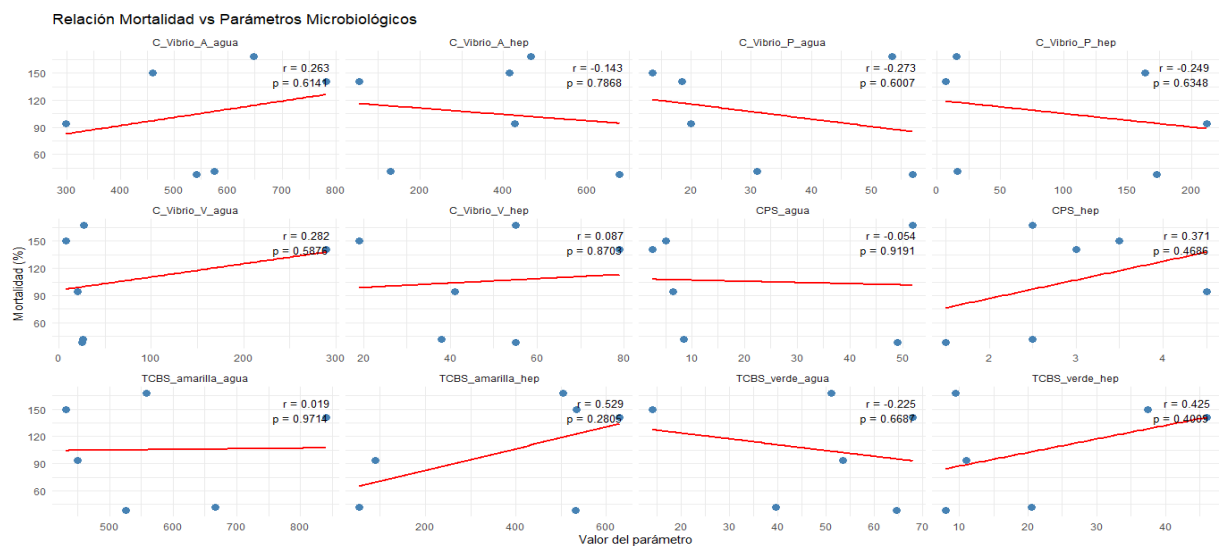
		nt(corr_tabla)			
	variable	r	p	Significativo	
1	O2	-0.38175156	0.45518980	No	
2	pH	0.01225135	0.98162389	No	
3	Salinidad	-0.88055534	0.02054848	Sí	
4	Temperatura	0.44752101	0.37353214	No	
5	Ca	-0.68677327	0.13180099	No	
6	K	0.16016302	0.76180974	No	
7	Mg	0.89541229	0.10458771	No	
8	Alcalinidad	0.66366373	0.15065960	No	
9	Amonio	0.56660312	0.24104619	No	
10	Nitritos	NA	NA	<NA>	
11	Nitratos	0.22551668	0.66745962	No	
12	TCBS_verde_agua	-0.22461330	0.66874604	No	
13	TCBS_amarilla_agua	0.01908949	0.97136924	No	
14	CPS_agua	-0.05399654	0.91908391	No	
15	C_Vibrio_P_agua	-0.27300576	0.60066522	No	
16	C_Vibrio_V_agua	0.28245592	0.58758347	No	
17	C_Vibrio_A_agua	0.26337392	0.61407370	No	
18	TCBS_verde_hep	0.42502045	0.40085768	No	
19	TCBS_amarilla_hep	0.52898472	0.28053445	No	
20	CPS_hep	0.37131362	0.46862678	No	

21	C_Vibrio_P_hep	-0.24859570	0.63478804	NO					
22	C_Vibrio_V_hep	0.08671474	0.87025391	NO					
23	C_Vibrio_A_hep	-0.14307775	0.78684786	NO					

Anexo 24. Correlación de la mortalidad vs parámetros químicos



Anexo 25. Correlación de mortalidades vs parámetros microbiológicos



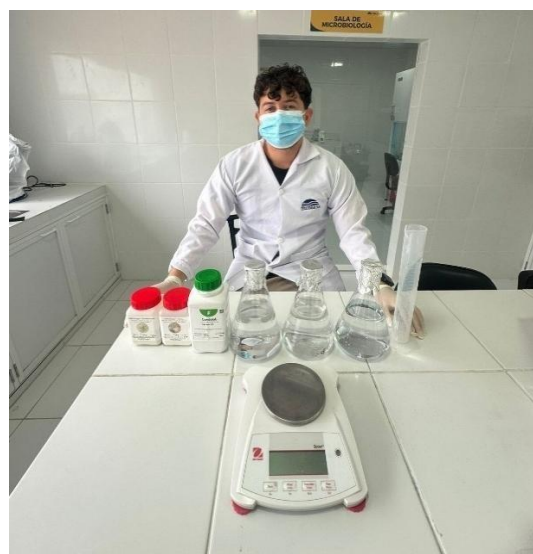
Anexo 26. Prueba de normalidad

	Mortalidad	O2	pH	Salinidad	Temperatura	Ca	K	Mg	Alcalinidad	Amonio	Nitritos	Nitratos	verdes (Muest
N	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Shapiro-Wilk W	0,8768	0,9633	0,8453	0,9108	0,9537	0,9587	0,8769	0,8409	0,9251	0,7793	0	0,581	0,9081
p(normal)	0,2549	0,8449	0,1442	0,4419	0,7703	0,8099	0,2552	0,1327	0,5429	0,03796	0	0,0002691	0,424
Los cuadros que están en amarillo simbolizan que no se cumple la normalidad en los datos. Por ende, se realiza la correlación de Spearman.													

Anexo 27. Visita de la Dra. Sonnya Mendoza al laboratorio



Anexo 28. Preparación de los medios de cultivo para análisis bacteriológicos



Anexo 29. Reunión de gerencia con el estudiante y tutora



Tesis Ronnie Romero

7% **Textos sospechosos**

< 1% **Similitudes**
 0% similitudes entre familias
 0% entre las fuentes mencionadas

0% **Idiomas no reconocidos**

7% **Textos potencialmente generados por IA**

Nombre del documento: Tesis Ronnie Romero.pdf ID del documento: 2aa77a239ac824a4f25c452158c6b276809ce9 Tamaño del documento original: 2,63 MB	Depositante: SONNYA PATRICIA MENDOZA LOMBANA Fecha de depósito: 1/11/2025 Tipo de carga: interfaz Fecha de fin de análisis: 1/11/2025	Número de palabras: 16.125 Número de caracteres: 101.187
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes de similitudes

Fuente principal detectada

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	proalconsulting.com https://proalconsulting.com/wp-content/uploads/2024/08/revistaGerencia.pdf	< 1%		Palabras idénticas: + 1% (10 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	bdigital.zamorano.edu https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/924846e2c94035ee55daf88...	< 1%		Palabras idénticas: + 1% (20 palabras)
2	www.biocen.cu https://www.biocen.cu/wp-content/uploads/2012/10/Mensual-MC-2018.pdf	< 1%		Palabras idénticas: + 1% (20 palabras)

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

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	Anteproyecto 2025 Ronnie Romero (1).docx Anteproyecto 2025 Ronnie... Viene de mi grupo	9%		Palabras idénticas: 9% (132 palabras)
2	avance tarea 1 anteproyecto.pdf avance tarea 1 anteproyecto.pdf Viene de mi grupo	3%		Palabras idénticas: 3% (52 palabras)
3	Avance 2 objetivos y metodologia.pdf Avance 2 objetivos y metodologi... Viene de mi grupo	< 1%		Palabras idénticas: + 1% (10 palabras)