



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

SEDE MANABÍ

CARRERA DE BIOLOGÍA MARINA

TRABAJO DE TITULACIÓN

EVALUACIÓN DE LA FAMILIA VIBRIONACEAE EN EL AGUA DE CULTIVO

DE CAMARÓN *Litopenaeus vannamei* EN EL ORO Y MANABÍ.

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

MANEJO DE RECURSOS

PREVIO AL TÍTULO DE:

BIÓLOGA MARINA

AUTORA

MARIA GABRIELA DÁVILA CEDEÑO

TUTOR

FRANCISCO HERNÁN POZO MIRANDA, M. SC.

BAHÍA DE CARÁQUEZ- MANABÍ

MAYO 2023

Certificación

En mi calidad de tutor del trabajo de integración curricular, certifico haber revisado el presente manuscrito de investigación, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Manabí, cumpliendo los requisitos establecidos por la Dirección de Investigación; en consecuencia, es apto para su presentación y sustentación.

Francisco Pozo Miranda, *M. Sc.*

Tutor del trabajo de titulación

CI: 0918330952

Aprobación del tribunal

El jurado examinador aprueba el presente manuscrito de investigación en nombre de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Manabí.

Evelyn Arias Cedeño, *M. Sc.*

Primera Lector

Iván Loor Santana, *M. Sc.*

Segundo Lector

Francisco Pozo Miranda, *M. Sc.*

Tercer lector

Bahía de Caráquez, mayo de 2023

Declaración de originalidad

Este manuscrito no contiene ningún tipo de material que haya sido aceptado para la obtención de un título universitario en otra institución, excepto en forma de información de soporte que ha sido debidamente citada en mi trabajo. Este trabajo es de total responsabilidad del autor, quien declara bajo juramento que ninguna sección de este trabajo de integración curricular infringe los derechos de autor de nadie.

María Gabriela Dávila Cedeño

CI: 1313639625

Teléfono: 0968870961

gabite1997@hotmail.com

Declaración sobre derechos de autor

Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a distribuir este manuscrito de investigación en medios físicos y electrónicos con el fin de promover la divulgación de mis resultados a la comunidad científica y a la sociedad en general. Adicionalmente autorizo el uso de los contenidos de esta investigación como bibliografía para fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, citando como fuente de información al autor de este trabajo.

María Gabriela Dávila Cedeño

CI: 1313639625

Dedicatoria

Quisiera dedicar esta tesis a mis padres Mayito y Armando por todo su esfuerzo, amor y apoyo en esta carrera tan increíble como lo es la Biología marina, a la Dra. Nelly S, Ing. Javier A, Ing. Andrea O y Ec. Luis G; por haber sido fundamental en este camino tanto personal como profesional.

A mis hermanas María José y María Belén por ser mis motores en cada etapa.

Gracias a mi tío Bolo, mi prima Laleska, a mis mejores amigas Antonella, Georgina y Analía por cada consejo, sin ellos nada de esto hubiera sido posible.

Y por último a los Docentes de la carrera por ser una pieza importante en todo este proceso después de tantas dificultades han sido personas valiosas en durante el proceso. Muchas gracias a todos por acompañarme y ser mi luz dándome ánimos en todo momento para sacar adelante este proyecto.

María Gabriela Dávila Cedeño

Resumen

La presente investigación mixta se enfocó en la evaluación de la familia Vibrionaceae en el agua de cultivo de camarón *Litopenaeus vannamei* en las provincias de El Oro y Manabí, y así enfrentar los desafíos que el sector camaronero debe superar en la sectorización de sus cultivos, lo cual produce aguas residuales que afectan negativamente el rendimiento de estos y alteran la comunidad microbiana. Por ello, en este estudio de alcance descriptivo desarrollado de mayo a junio de 2022, se utilizó un diseño muestral tomando nueve muestras de una piscina camaronera de El Oro y nueve de una piscina camaronera de Manabí, a fin de establecer los parámetros químicos del agua, los nutrientes y el análisis del Ácido Desoxirribonucleico (ADN) bacteriano mediante secuenciación. Los resultados revelan concentraciones elevadas de nitrato (25,67 mg/L) y fosfato (15,30 mg/L) en el agua de la piscina camaronera de Manabí comparadas con las de El Oro, lo cual sugiere la presencia de compuestos nitrogenados provenientes del alimento suministrado y de las excreciones, lo cual crea condiciones tóxicas para las especies cultivadas. La evaluación molecular identifica varios patógenos que afectan el desarrollo de los cultivos de camarón, siendo *Vibrio parahaemolyticus* (42%) el más común, seguido de *Vibrio alginolyticus* (24%) y *Vibrio mytili* (6%). Esta evaluación resulta crucial para comprender y abordar los problemas con el cultivo de camarón en ambas provincias, y para desarrollar estrategias de manejo de enfermedades que contribuyan a mejorar la producción y salud de los camarones cultivados en la región.

Palabras clave: Vibrionaceae, *Litopenaeus vannamei*, cultivo de camarón

Abstract

This mixed research paper focused on evaluating the family Vibrionaceae in white shrimp *Litopenaeus vannamei* farming water in the Provinces of *El Oro* and *Manabí*, as a way to face the challenges that this sector faces with shrimp farming sectorization, which produces wastewater that affects shrimp farming performance and changes the microbial communities. Hence, this descriptive research study was conducted from May to June 2022; it used a sampling method by collecting nine samples from a shrimp pond in *El Oro* and nine samples from a shrimp pond in *Manabí*, in order to determine the chemical water parameters, nutrients, and the analysis of bacterial deoxyribonucleic acid (DNA) by sequencing. The findings show that high concentrations of nitrate (25.67 mg/L) and phosphate (15.30 mg/L) are found in the shrimp pond located in *Manabí* compared to the ones found in the shrimp pond located in *El Oro*, which implies the presence of nitrogenous compounds from food supply and excretion, creating this way toxic conditions for cultured shrimp species. Molecular detection results identify several pathogens affecting the development of shrimp culture, with *Vibrio parahaemolyticus* being the most common (42%), followed by *Vibrio alginolyticus* (24%) and *Vibrio mytili* (6%). This evaluation is key to get a better understanding of how to deal with the problems associated with shrimp farming in both provinces, as well as to develop disease management strategies that contribute to improving cultured shrimp production and health in the region.

Keywords: Vibrionaceae, *Litopenaeus vannamei*, shrimp culture

TABLA DE CONTENIDO

Introducción	12
Metodología	14
Área de estudio	14
Salinidad	15
Análisis de Alcalinidad	15
Análisis de Nutrientes	16
Nitrato	16
Fosfato	16
Extracción ADN	16
Amplificación del ADNr 16S mediante PCR	17
Secuenciación	17
Análisis de datos	17
Resultados	18
Parámetros físicos-químicos	18
Alcalinidad	18
Nutrientes	19
Composición microbiana de la familia Vibrionaceae	20
<i>Catenococcus thiocycli</i>	20
<i>Grimontia celer</i>	20
<i>Photobacterium aquae</i>	21
<i>Photobacterium damsela</i>	21
<i>Photobacterium gaetbulicola</i>	21
<i>Photobacterium jeanii</i>	22
<i>Photobacterium marinum</i>	22

<i>Vibrio alginolyticus</i>	22
<i>Vibrio atypicus</i>	22
<i>Vibrio diabolicus</i>	23
<i>Vibrio diazotrophicus</i>	23
<i>Vibrio mytili</i>	23
<i>Vibrio neptunius</i>	23
<i>Vibrio nigripulchritudo</i>	24
<i>Vibrio panuliri</i>	24
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	24
<i>Vibrio proteolyticus</i>	24
<i>Vibrio scopthalmi</i>	24
<i>Vibrio tubiashii</i>	25
<i>Vibrio vulnificus</i>	25
<i>Vibrio xuii</i>	25
Abundancia de Vibrios en piscinas de la provincia de Manabí	26
Abundancia de Vibrios en piscinas de la provincia El Oro	26
Análisis cualitativo sobre el potencial de virulencia para camarones <i>Litopenaeus vannamei</i> .	27
Discusión	30
Conclusión	33
Bibliografía	34

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros físicos-químicos del agua de las camaroneras estudiadas	7
--	---

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica de las diferentes áreas de estudio A) Manabí, Camaronera Ivanita S.A (0°36'33''S 80°23'40''W); B) El Oro Camaronera Chalacal S.A (3°11'11''S 79°53'39''W).	4
Figura 2. Concentración de alcalinidad en las camaroneras estudiadas.	8
Figura 3. Concentración de nutrientes Fosfato/Nitrato.	8
Figura 4. concentración en porcentaje de vibrios presentes en la camaronera de Manabí.	15
Figura 5. Concentración en porcentaje de vibrios presentes en la camaronera de El Oro.	16

Introducción

En la acuicultura, la biorremediación se centra en mantener la calidad del agua en los estanques durante el cultivo, con la aplicación de fertilizantes, prebióticos, probióticos, etc., (Sigamani & Mohapatra, 2018), ya que la calidad deteriorada del agua puede causar mortalidad directa o estrés a los animales acuáticos, haciéndolos más susceptibles a enfermedades infecciosas y desviando su energía al crecimiento. Sin embargo, existe otro factor importante, al que se le ha restado importancia, como es la presencia de grupos microbianos de carácter patógenos en aguas residuales procedentes de cada cosecha (Tenelema, 2016). Así, cuando la calidad del agua se gestiona adecuadamente dentro de los sistemas de cultivo, los posibles impactos negativos de los efluentes de la acuicultura en la biota y la biodiversidad de los cuerpos de agua receptores se reducen considerablemente.

La metagenómica ha revolucionado el estudio de las comunidades microbianas en ambientes acuáticos. Esta técnica permite el análisis integral del ADN presente en una muestra ambiental sin la necesidad de aislar o cultivar los microorganismos presentes, proporcionando información detallada sobre la diversidad de bacterias, incluyendo a los vibrios, y sus funciones potenciales. Investigaciones han revelado la presencia de diversas especies de *Vibrio*, como *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio harveyi* y *Vibrio vulnificus*, entre otros (Smith et al., 2023). La diversidad de *Vibrios* puede variar según la ubicación geográfica, las condiciones del agua y las prácticas de manejo. Entre los factores Ambientales que influyen en la abundancia de *Vibrios* se ha establecido a la temperatura, la salinidad, el pH, la disponibilidad de nutrientes y la calidad del agua son elementos clave que afectan la proliferación y la diversidad de estas bacterias (Chen et al., 2024). Entonces un entendimiento detallado de estos factores es fundamental para diseñar estrategias de manejo que favorezcan una comunidad microbiana equilibrada.

Aunque literatura indica que los *Vibrios* desempeñan un papel significativo en los ecosistemas acuícolas. Algunas especies de *Vibrio* están involucradas en procesos de reciclaje de nutrientes, como la degradación de materia orgánica y el ciclo de nitrógeno (Martínez-Carballo et al., 2025). Estas funciones ecológicas son esenciales para mantener el equilibrio y la salud del ecosistema acuático. Pero la presencia de especies patógenas en el agua residual de cultivo de camarones representa un riesgo para la salud de los camarones y puede llevar a brotes de enfermedades. La rápida identificación y monitoreo de especies patógenas es fundamental para prevenir y mitigar los efectos de estas enfermedades (Jones et al., 2026). Además, el aumento de la resistencia a los antimicrobianos en algunas cepas de *Vibrios* resalta la necesidad de adoptar prácticas de manejo y bioseguridad efectivas para controlar su propagación, ya que los *Vibrios* tienen un efecto directo sobre su salud y crecimiento del camarón (Ma et al., 2017). La manipulación del microbioma reduce las posibilidades de infecciones, que, a su vez, disminuye la necesidad de la aplicación de los agentes antimicrobianos (Bentzon-Tilia et al., 2016; Huang et al., 2018).

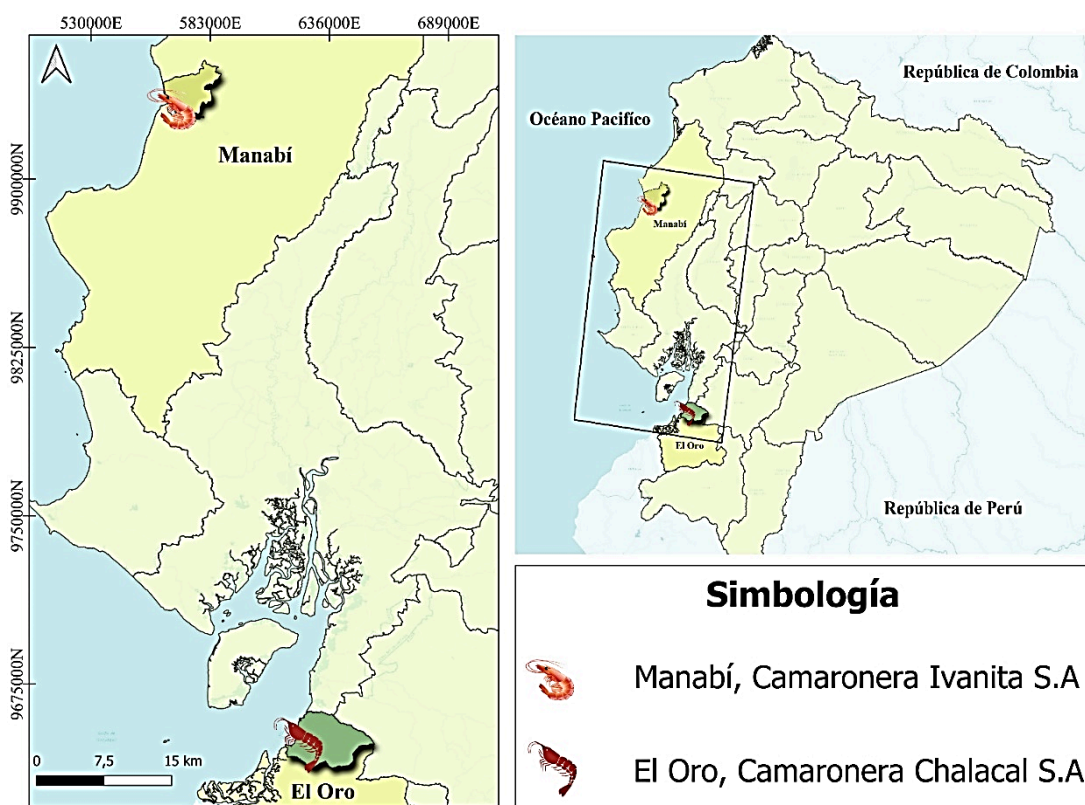
Una comprensión adecuada de las interacciones entre el huésped y su microbioma puede ayudarnos a modular y manipular el microbioma de la acuicultura para mejorar la salud de los organismos acuáticos, lo que asegura a corto plazo el crecimiento de la industria de la acuicultura. Así, el trabajo busca evaluar la composición microbiana del agua residual para conocer la composición de *Vibrio* que supondría un riesgo biológico en un ciclo de producción.

Metodología

Área de estudio

El estudio se realizó en dos localidades pertenecientes al sector camaronero del Ecuador.; En la provincia de Manabí, en la Camaronera Ivanita S.A ($0^{\circ}36'33''\text{S}$ $80^{\circ}23'40''\text{W}$); y en El Oro, Camaronera Chalacal S.A ($3^{\circ}11'11''\text{S}$ $79^{\circ}53'39''\text{W}$). De cada sector se escogió la piscina más representativa en producción de libras/hectáreas (figura 1).

Figura 1. Ubicación geográfica de las diferentes áreas de estudio A) Manabí, Camaronera Ivanita S.A ($0^{\circ}36'33''\text{S}$ $80^{\circ}23'40''\text{W}$); B) El Oro Camaronera Chalacal S.A ($3^{\circ}11'11''\text{S}$ $79^{\circ}53'39''\text{W}$).



Se realizó el diseño muestral considerando un pool de muestra de una piscina de una camaronera en Manabí y otra piscina camaronera de El Oro, durante el tiempo de cosecha se tomó 500 ml de agua residual cada 30 min. por 5 veces. Al finalizar en cada camaronera se reunió en un solo recipiente las muestras para homogeneizar (pool) y tomar 500 ml para establecer los parámetros físico químico del agua.

La calidad de agua para producción acuícola de camarones fue establecida según lo indicado por la Sociedad Latinoamericana de Acuicultura SLA.

Parámetros químicos

Para los parámetros se tomó 200 mL de agua en la salida de la compuerta, usando un frasco estéril. Una vez colectada se procedió a filtrar para eliminar coloides y material particulado.

Salinidad

Se evaluó la salinidad usando un refractómetro (VEE GEE STX-3) previamente calibrado colocando la superficie de lectura bajo agua destilada en flujo suave para eliminar residuos de sales, posteriormente se secó con papel toalla y se añadió agua de la muestra para establecer los grados de salinidad presente.

Análisis de Alcalinidad

Se utilizó kits de Alkalinity reagent, se llenó el recipiente con 10 mL de muestra, para luego añadir una tableta Alkaphot™. Posteriormente, se trituró y se mezcló la muestra. Por último, se cerró la cubierta del tubo y se esperó 1 minuto para llevarlo al equipo YSI 9300 para que realice la lectura como CaCO_3 mg/L.

Análisis de Nutrientes

Nitrato

Se usó Palintest™ Nitrate (Nitratetest) Test Kit. Acorde a las indicaciones del fabricante, así se tomó 20 ml de agua filtrada a temperatura ambiente (25 °C), luego se añadió 200 mg de polvo de zinc (Nitrates Powder) del Kits Nitrate-Nitatest. Posteriormente se colocó una tableta Nitrates tablets. Posteriormente, se tomó 10 mL de sobrenadante y se colocó en un tubo de ensayo, se añadió una tableta Nitrocol. Finalmente, se realizó la lectura en el equipo YSI 9300 para NO₃ mg/L.

Fosfato

Para el análisis de fosfato kits Phosphate Reagent, siguiendo las instrucciones del fabricante, se tomó 10 mL de agua al cual se añadirá un comprimido -N° 1 Tablet y phosphate N° 2 Tablet-. Se esperó su dilución y se incubó por 10 min. Finalmente, se tomó una cubeta de lectura para colocarlo en el equipo YSI 9300 para que realice la lectura como PO₄ mg/L.

Extracción ADN

La extracción de ADN se hizo a partir de muestras de agua recolectada durante la cosecha de camarón, se recolectaron 500 ml de agua de cada piscina de cosecha, las cuales de manera independiente se concentraron por centrifugación para lograr obtener la composición general de microorganismo y luego ser sometidos a la extracción del ADN. Se realizó acorde a las instrucciones del Kit Mag-Bind Enviromental DNA 96, se tomó 100 uL de muestra de agua, para colocar en tubo de reacción con Mag-Bind® RQ, se añadió tampón para la lisis y degradación de ARN (SLX-Mlus-RNasa), posteriormente se realizó tres lavados con DS Buffer, y se procedió a separar con de partículas Mag-Bind® RQ. Finalmente, se transfirió el

sobrenadante que contiene ADN purificado a un microtubo, para luego almacenar el ADN a -20 °C.

Amplificación del ADNr 16S mediante PCR

La amplificación del ADN bacteriano se realizó mediante PCR, usando oligonucleótidos universales 27F 5'-AGA GTT TGA TCM TGG CTC AG -3' y 1492R 5'-TAC GGY TAC CTT GTT ACG ACT T-3'. El PCR fue acorde a las siguientes condiciones: 45s para la desnaturalización del ADN a 94°C, 30s de acoplamiento entre los cebadores y el ADN diana a 54°C, y 90s de extensión a 72°C. Se realizaron 30 ciclos con una extensión final de 10 min a 72°C. El resultado de la PCR se visualizó mediante electroforesis.

Secuenciación

La secuenciación se realizó mediante la construcción de librerías de secuenciación, los amplicones del gen ADNr16S se secuenciarán en la plataforma Illumina MiSeq (Macrogen©)

Análisis de datos

Los datos de concentración de nutrientes en el agua se analizaron por medio de la prueba de ANOVA entre cada área muestreada, para que, que diferencias vas a determinar, cuál es la significancia estadística. Se usó el programa estadístico de SPSS versión 25. Para el análisis genético se realizó la construcción de secuencias consensus de cada OTU, para luego identificar las especies bacterianas mediante comparación entre alineaciones de secuencias usando BLASTn en la base de datos GenBank.

Resultados

Parámetros físicos-químicos

En la camaronera de la provincia de Manabí se presentaron mayores niveles de salinidad (34,0 ppm), temperatura (26,3°C), oxígeno (5,0 mg/L) y turbidez (35,0 cm) a diferencia de Machala, provincia del Oro, que presentó rangos inferiores en todos los parámetros medidos (Tabla 1).

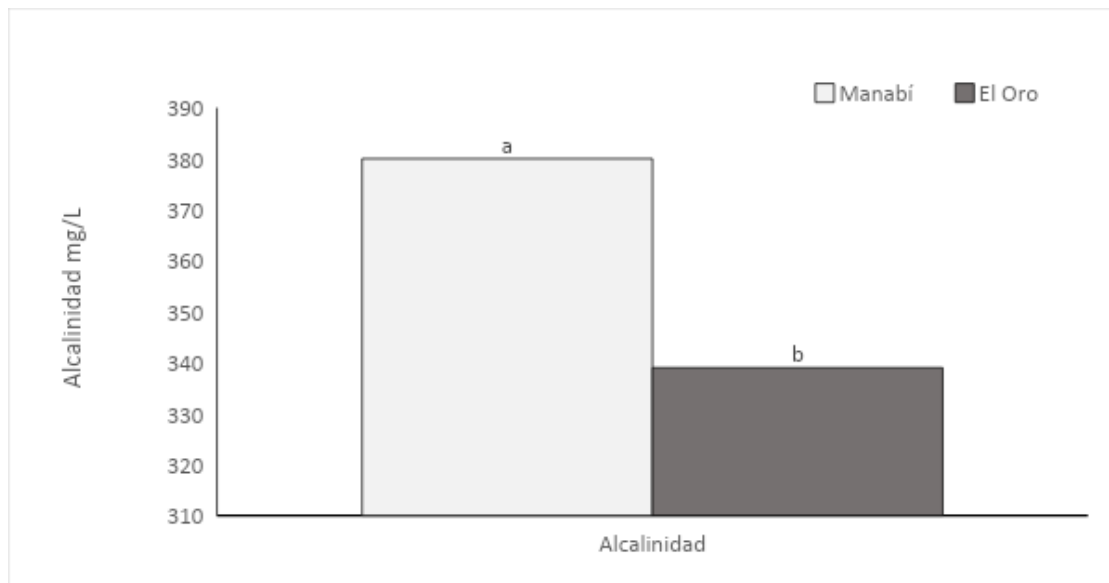
Tabla 1. Parámetros físicos-químicos del agua de las camaroneras estudiadas

Parámetros/Sitios	Manabí	El Oro
Salinidad	34,0	15,00
Temperatura	26,3	23,85
Oxígeno	5,0	0,74
Turbidez	35,0	30,00

Alcalinidad

En las provincias de Manabí y El Oro se mostraron diferencias en las concentraciones de alcalinidad. Manabí mostró un medio más alcalino en comparación con El Oro con 380 mg/L y 339 mg/L (Figura 2).

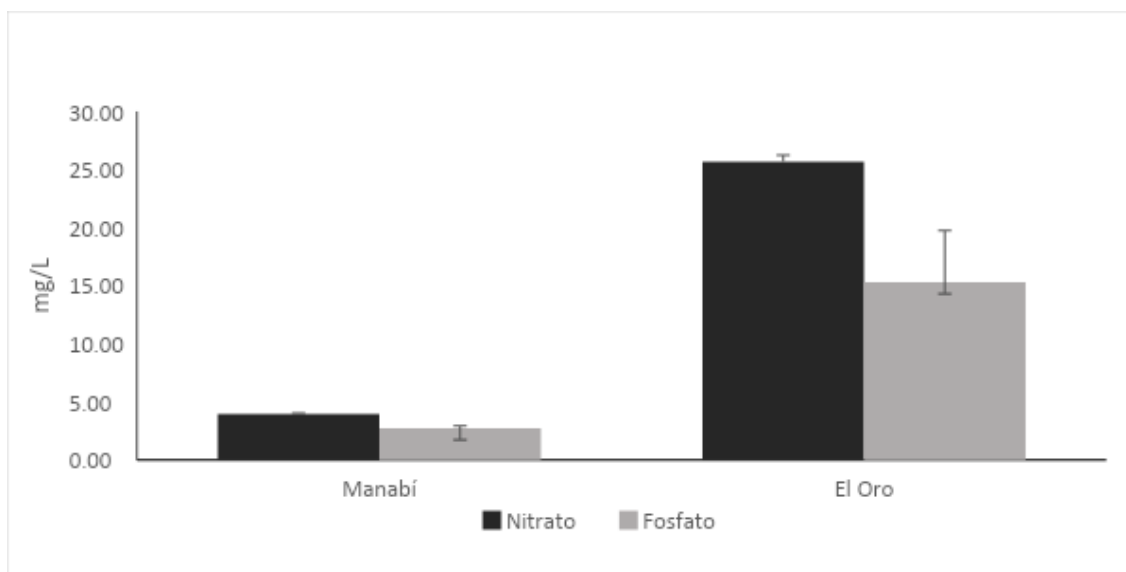
Figura 2. Concentración de alcalinidad en las camaroneras estudiadas.



Nutrientes

Los nutrientes nitrato/fosfato del agua de las camaroneras de Manabí y El Oro presentaron variaciones significativas. Manabí presentó un nivel bajo de nitrato 3,97 y fosfato 2,73 mg/L en comparación de El Oro que mostró concentraciones más elevadas (nitrato 25,67 y fosfato 15,30 mg/L) (Figura 3).

Figura 3. Concentración de nutrientes Fosfato/Nitrato.



Composición microbiana de la familia Vibrionaceae

Para la evaluación de la composición microbiana de la familia Vibrionaceae en piscinas camaroneras El Oro y Manabí, se realizó la evaluación molecular de las especies presentes permitiendo establecer las siguientes especies.

Catenococcus thiocyli

Especie que produce sulfato, su aislación se da en medio rico en oxidantes de tiosulfato. La mayoría de las cepas producen tetrionato de tiosulfato.

Grimontia celer

Posee células cilíndricas curvas o espirales cortas, miden entre 1,8 y 2,8 μm de largo y 0.5–0.7 μm de ancho, altamente móviles. Posee inclusiones dentro de las células. En agar marino son redondos, convexos y tienen bordes regulares después de 48 h. incubación a 26 C. Crecen en Tiosulfato Citrato Bilis Sacarosa (TCBS) Agar formando colonias verdes (sacarosa negativas) después de 48 h. No crece a 0% de salinidad.

Photobacterium aquae

Son negativas para la tinción de Gram, tienen forma de bastón corto o cocobacilo con tamaños de 0,7 a 1,0 μm de ancho y de 1,0 a 2,0 μm de largo, móviles por medio de un flagelo polar. En agar marino son circulares, lisos, convexos, de color crema y de 1,5 a 2,0 mm de diámetro después de la incubación durante 2 días a 30 °C.

Photobacterium damsela

Es un bacilo inmóvil polimórfica que no produce esporas, Gram negativo con tinción bipolar, dependiendo de las condiciones del cultivo se puede observar en formas de micrococos hasta largos bacilos con tamaños que varían desde 0,6-1,2 x 0,8-2,6 μm . Esta especie presenta un metabolismo anaeróbico facultativo, se puede cultivar en diferentes medios con Agar Cerebro Corazón, Agar Triptona-Neopeptona, Agar Sangre, entre otros. Las características de las colonias son redondas y con una consistencia pegajosa.

Photobacterium gaetbulicola

Es una cepa bacteriana Gramnegativa aeróbico, móvil, no formadora de esporas polimórfica, tiene un periodo de incubación de 1 día y producen pigmentos. Se cultiva en un medio nutritivo.

Photobacterium jeanii

Las células son cocobacilos pequeños, Gramnegativos, móviles y catalasa y oxidasa positivos, con tamaño de 2-2.5x0,1-0,2 μm . Las colonias son convexas, redondas de color beige y opacas con márgenes enteros y lisos. Se cultiva en un medio nutritivo.

Photobacterium marinum

Son células gramnegativas, anaerobias facultativas, en forma de bastón ovalado ligeramente curvado, móviles, de 1,0-1,2x1,5-2,0 μm . Las colonias en agar marino son circulares, de 1 mm de diámetro, lisas, brillantes, traslúcidas y elevadas con márgenes enteros.

Vibrio alginolyticus

Es una bacteria termófila Gramnegativa, presente en todos los ambientes y organismos marinos y se encuentra asociado a enfermedades oportunistas, esto debido a su capacidad de adhesión al mucus del huésped, el cual es un factor crucial en el mecanismo de virulencia.

Vibrio atypicus

La cepa comprende células ligeramente curvadas, en forma de bastón, no formadoras de endosporas, gramnegativas, catalasas negativas, oxidasa positivas, facultativamente anaeróbicas. Presentan tamaños de 1-1,5x0,5-0,7 μm que forman celdas en forma de varillas y no producen pigmentos. Se cultiva en un medio nutritivo.

Vibrio diabolicus

Organismo secretor de polisacáridos aislado de un poliqueto de ventilación hidrotermal de aguas profundas, es ovalado, presentando extremos redondeados con un tamaño entre 1,3 y 2,2 μm de largo y 0,6-0,9 μm de ancho, con una presencia distintiva de numerosos flagelos laterales.

Vibrio diazotrophicus

Es una bacteria Gramnegativa, bacilo corto 0,5 por 1,5 a 2,0 μm ; eje recto o curvo. Las células aparecen solas o, a veces, se unen en forma de S o espirales. Las células son móviles por medio de un solo flagelo polar, que puede estar envainado cuando las células se cultivan en medios líquidos. En medios sólidos, se pueden producir flagelos laterales, sin vaina, de longitud de onda corta.

Vibrio mytili

Cocobacilos gramnegativos móviles por medio de un flagelo polar. Crece fácilmente en agar marino, agar de extracto de levadura, en agar semisólido de agua de mar. Las colonias se desarrollan dentro de las 24 horas a 28°C y son de forma regular y no pigmentadas.

Vibrio neptunius

Las cepas son facultativamente anaerobios y fermentan D-glucosa y sacarosa. Esta célula mide 1 μm de ancho y 2,3-3 μm de largo son translucidas de forma convexas, redondeadas y suaves con márgenes enteros de color beige.

Vibrio nigripulchritudo

Es un patógeno emergente del camarón de cultivo *Litopenaeus stylirostris* en Nueva Caledonia y otras regiones del Indo-Pacífico. Se desconocen los determinantes moleculares de la patogenicidad de *V. nigripulchritudo*; pero se ha descrito la presencia de un plásmido pequeño (pB1067).

Vibrio panuliri

Gramnegativos, bacilos rectos o ligeramente curvados, de alrededor de 1,5 a 2,5 μm de largo por 0,8 a 1 μm de ancho. Colonias cremosas, no luminiscentes, convexas, redondeadas con bordes enteros, de 1 mm de tamaño, con enjambre débil se forman después de 24 h de incubación a 28°C. Nutricionalmente quimioorganotróficas, fermenta azúcares anaeróbicamente sin producción de gas.

Vibrio parahaemolyticus

Es un bacilo asporógeno halófilo gramnegativo que es recto o tiene una sola curva rígida. Tiene un solo flagelo polar y es móvil cuando crece en medio líquido.

Vibrio proteolyticus

Es una bacteria marina Gramnegativa se ha descrito cepas de *V. proteolyticus* como parte del consorcio *Vibrio* aisladas de corales con la enfermedad de la banda amarilla y se identificaron como patógenos de *Artemia* spp.

Vibrio scophthalmi

Gramnegativos, móviles, bacilos cortos. Las colonias son regulares y no pigmentadas. Crece en agar tiosulfato-citrato-sales biliares-sacarosa, produciendo colonias amarillas. Producen tanto el metabolismo oxidativo como el fermentativo. Las pruebas de oxidasa y catalasa son positivas. Reduce el nitrato a nitrito.

Vibrio tubiashii

Las células son bacilos cortos gramnegativos (0,5 por 1,5 μm) que son rectos o curvos y móviles por medio de un solo flagelo polar cuando se cultivan en medios líquidos. Las

células no crecen en medios sólidos, pero se pueden producir flagelos laterales de longitud de onda corta. Las colonias en agar marino son lisas, circulares, blanquecinas y pueden ser mucoides. No se producen pigmentos y las cepas no se iluminan.

Vibrio vulnificus

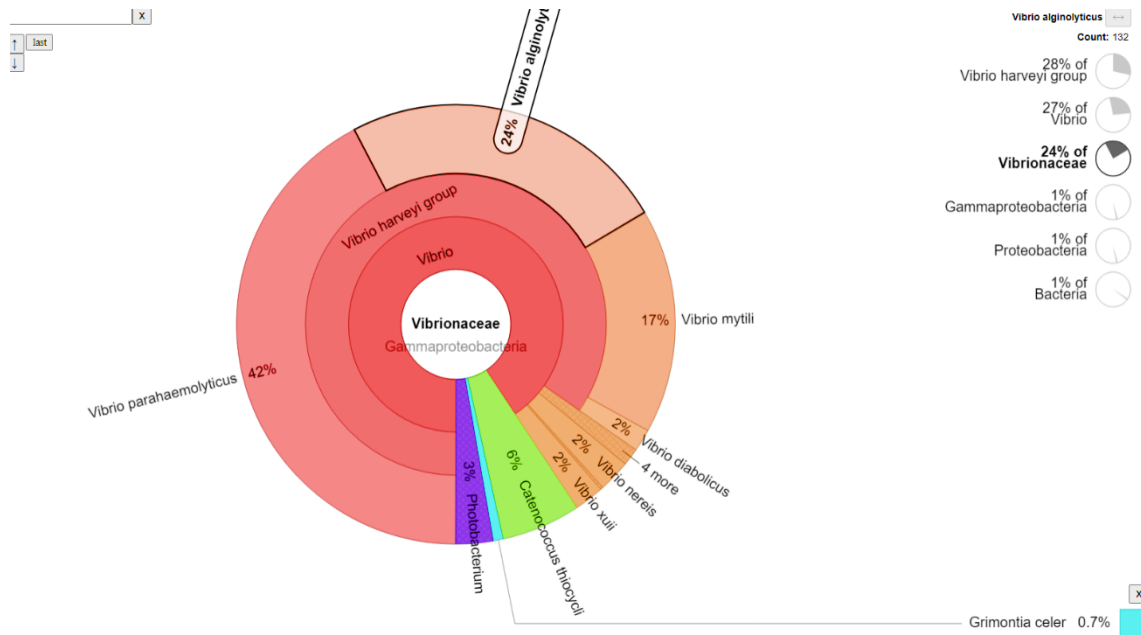
Son bacilos Gramnegativos, rectos y curvos, móviles por la presencia de un flagelo polar, oxidasa positivos, no esporulados. Son termolábiles y se comportan como anaerobios facultativos, viven en mares cálidos y puede infectar heridas y producir sepsis.

Vibrio xuii

Las células miden 1 μm de ancho y 2–3 μm de largo. Forma colonias translúcidas, convexas, redondeadas con bordes enteros, de color beige y de 3–4 mm de tamaño después de 48 h de incubación a 28°C. Las colonias son amarillas, convexas, redondas, enteras, brillantes, translúcidas y de unos 2 mm de tamaño en TCBS después de 24 h de incubación a 28 °C.

Abundancia de Vibrios en piscinas de la provincia de Manabí

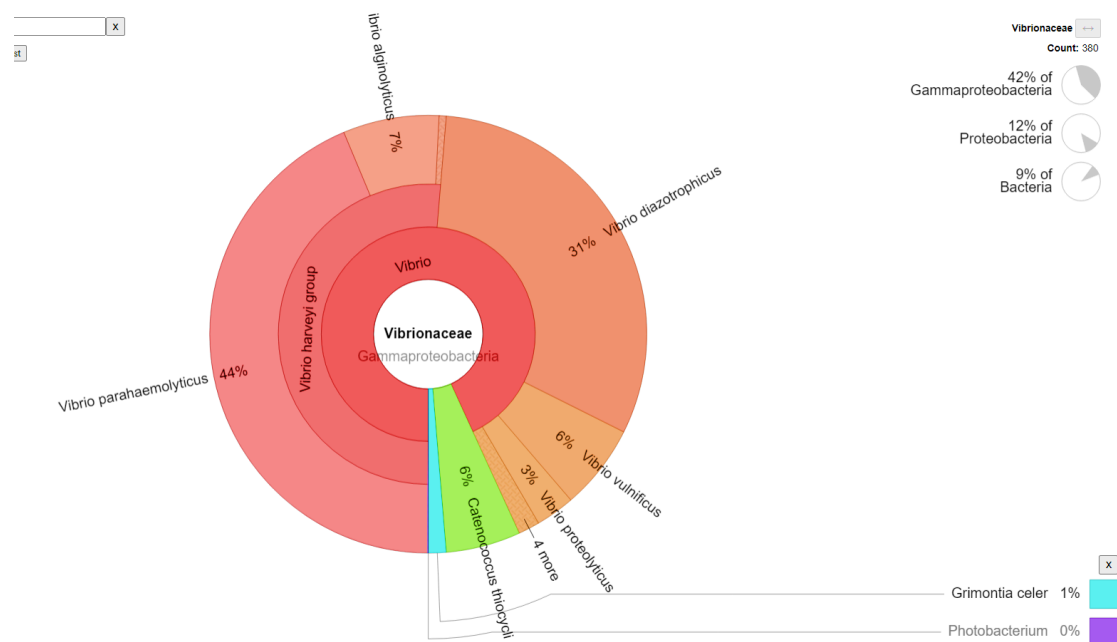
Las diferentes concentraciones y diversidad de vibrios presentes en la camaronera muestreada de la provincia de Manabí corresponde un 42% a *Vibrio parahaemolyticus* siendo el que más predomina seguido de *Vibrio alginolyticus* con predominancia de un 24%, con un porcentaje de 17 se encuentra el *Vibrio mytili*, con un 6% encontramos al vibrio *Catenococcus thiocyclus*, el 3% corresponde a Photobacterium, y para *Vibrio diabolicus*, *V. nereis*, *V. xuii* con un 2% cada uno (figura 4).



Abundancia de Vibrios en piscinas de la provincia El Oro

Las diferentes concentraciones y diversidad de vibrios de la familia Vibrionaceae presentes en la camaronera muestreada de la provincia de El Oro sigue siendo *Vibrio parahaemolyticus* el más predominante con un 47% de concentración, con un 31% encontramos al *Vibrio diazotrophicus*, seguido con un 7% *Vibrio alginolyticus* y con 6% se encuentra *Catenococcus thiocyclus* y *Vibrio vulnificus* por último con un 3% de concentración se observa a *Vibrio proteolyticus* (Figura 5).

Figura 5. Concentración en porcentaje de vibrios presentes en la camarонера de El Oro.



Análisis cualitativo sobre el potencial de virulencia para camarones *Litopenaeus vannamei*.

Photobacterium damsela

Esta bacteria se ha observado induce a la susceptibilidad de *P. monodon*, manifestándose en la reducción en el conteo total de hemocitos (CTH), número de células hialinas, actividad fenoloxidasa (PO), estallido respiratorio, enzimas oxidativas como superóxido dismutasa (SOD) y la actividad fagocítica.

Vibrio alginolyticus

En estudios se ha observado que *Vibrio alginolyticus* sometido a un estrés térmico ocasiono que *Litopenaeus vannamei* mostrara una mayor susceptibilidad a la bacteria

patógena (menor actividad fagocítica y de eficiencia de eliminación), conjuntamente con una reducción en el conteo total de hemocitos (CTH), actividad fenoloxidasa (PO), estallido respiratorio y enzimas oxidativas como superóxido dismutasa (SOD).

Vibrio neptunius

Este patógeno capaz de invadir rápidamente los tejidos de las larvas de bivalvos después de entrar por filtración, y produce productos extracelulares termolábiles que demuestran actividades enzimáticas, como amilasa, gelatinasa y lipasa, que son citotóxicas para peces y líneas celulares de animales homeotérmicos.

Vibrio nigripulchritudo

Es el agente etiológico del síndrome de verano de *Litopenaeus stylirostris*, es responsable de la mortalidad masiva de camarones en Nueva Caledonia. Los estudios epidemiológicos llevaron a sugerir que esta enfermedad es causada por un grupo emergente de cepas patógenas.

Vibrio parahaemolyticus

Este patógeno es el agente causal del síndrome de mortalidad temprana o necrosis hepatopancreática aguda (EMS/AHPND) afecta por lo general a camarones que no han alcanzado un tamaño comercializable (40 días o menores). Causa la muerte a gran escala en camarones de cultivo y los estanques de camarón infectados pueden ser completamente devastados.

Vibrio proteolyticus

Ha sido identificado como un patógeno virulento para *Artemia* spp. Su ruta de infección ha sido visualizada con microscopía electrónica de transmisión. El patógeno afecta las microvellosidades y las células epiteliales intestinales, interrumpiendo las uniones de las células epiteliales y llegando a la cavidad corporal devastando las células y los tejidos.

Vibrio vulnificus

Este microorganismo tiene la capacidad de adherirse a las células, se ha sugerido que la presencia de pili sea el factor que ayude a la adhesión, que le permite tener una gran capacidad invasiva. Produce, además, enzimas como factores de virulencia que dañan la permeabilidad vascular como la elastinasa, lecitinasa, fosfolipasas, mucinasa, proteasas, elastasa, metaloproteasa, condroitina sulfatasa de crustáceos, moluscos bivalvos y peces.

Discusión

Varios patógenos afectan el desarrollo de los cultivos del camarón, así el patógeno más común es *Vibrio parahaemolyticus*, que generalmente causa 100% de mortalidad. En algunos casos pueden actuar como patógenos oportunistas de camarones bajo estrés (Noriega-Orozco et al., 2008) causado por los factores que pudieran ser adversos en el cultivo.

En el presente estudio los niveles de alcalinidad se mantuvieron entre 380 mg/L y 339 mg/L mientras que los niveles de nitrato fueron relativamente estables en Manabí, contrario a El Oro que muestra concentraciones sumamente elevadas (nitrato 25,67 y fosfato 15,30 mg/L), lo cual podría estar resultando, si se muestra como un ambiente adverso para el cultivo por la elevada concentración de compuestos nitrogenados posiblemente proveniente del alimento suministrado y excreciones (Boyd, 2016; Torres et al., 2018; Vereshchaka et al., 2021), generando condición toxica para las especies cultivadas (Romero-Armijos & Solórzano-Alcívar, 2022), dando oportunidad a posibles eventos patógenos (Boyd, 2016; Torres et al., 2018; Vereshchaka et al., 2021).

En la evaluación de la composición microbiana con capacidad de causar un evento infeccioso emergente, la literatura nos indica que *Photobacterium damsela* ya fue reportado como un patógeno de los animales marinos (Hanlon et al., 1984). Se considera un patógeno emergente en la acuicultura marina (Labella et al., 2011), ya que puede infectar a los peces de cultivo. Esta bacteria se la ha observado asociado con la mortalidad espontánea entre los camarones tigre cultivados en Taiwán y en *Penaeus monodon* (Vaseeharan et al., 2007).

Generalmente se ha observado úlceras y septicemia hemorrágica en camarones (Kanchanopas-Barnette et al., 2009; Tao et al., 2018; Vaseeharan et al., 2007; X. J. Zhang et al., 2011; Z. Zhang et al., 2019). En *Litopenaeus vannamei* se ha reportado varios signos

macroscópicos: natación letárgica/pasiva, anorexia, cuerpo flácido y opacidad del músculo abdominal con una extensa decoloración blanquecina en los segmentos abdominales distales y el abanico de la cola, que luego se necrótiza y enrojece (Singaravel et al., 2020).

En cambio, *Vibrio alginolyticus*, si bien no es una bacteria emergente, se ha observado que el cambio de la salinidad del agua puede aumentar el brote de enfermedades al afectar el mecanismo de defensa del huésped. Así, se ha observado a *L. vannamei* cultivadas a un nivel de salinidad isoosmótica exhiben mayor resistencia contra la infección por patógenos al aumentar su capacidad inmunológica (Wang & Chen, 2005).

Otra bacteria que representa un potencial riesgo biológico para los cultivos de camarón es *Vibrio nigripulchritudo*, la cual la variación de las condiciones ambientales son circunstancias propicias para la generación de brotes de enfermedades en el cultivo de camarón (Kautsky et al., 2000). En Nueva Caledonia, *V. nigripulchritudo* es responsable del “Síndrome del Verano” en estanques de engorde desde diciembre de 1997 (Goarant et al., 2006); la supervivencia final en estos estanques es inferior al 38% mientras que alcanza casi el 60% en los no afectados (Lemonnier et al., 2006). Mortalidad masiva del 80% en estanques de camarón kuruma causada por *V. nigripulchritudo* también se informó en Japón en diciembre de 2005 (Fall et al., 2010).

Finalmente, la presencia de *Vibrio proteolyticus* también se muestra como riesgo potencial, ya que se ha sido reportado como un patógeno virulento para crustáceos como la artemia. La literatura indica que en condiciones de alimentación, el *Vibrio proteolyticus* se desarrolle más rápido debido al enriquecimiento de nutrientes del medio de cultivo o al incremento en la ingestión del patógeno debido a la adhesión a las partículas del alimento, así logre entrar al organismo hasta llegar al epitelio intestinal y tejidos subyacentes donde finalmente provoque la muerte del organismo (Verschuere et al., 2000). Así, en este estudio se muestra que a partir del estudio metagenómico de la comunidad microbiana se puede

evidenciar el latente riesgo de enfermedades infecciosas por varias especies de vibrio presentes en cultivo.

Conclusión

Se observaron concentraciones altas de nutrientes en la camaronera de El Oro, lo que sugiere reducción de la calidad del agua. En contraste, los niveles de nutrientes en Manabí se mantuvieron bajo considerados normales para generar un nuevo ciclo de cultivo.

En la composición general de bacterias del género *Vibrio* se pudo establecer la presencia de 21 especies, lo cual nos permite concluir que la población de *Vibrio* es alta, representando un riesgo en el cultivo.

Respecto a la revisión de antecedentes sobre el riesgo potencial de estas especies sobre el cultivo, se logró establecer que *Photobacterium damsela*, *Vibrio alginolyticus*, *Vibrio neptunius*, *Vibrio nigripulchritudo*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio proteolyticus*, *Vibrio vulnificus* podrían causar complicaciones a los cultivos por ser potencialmente patógenas.

Bibliografía

- Bergman, M. (2022). Impactos de la contaminación por plásticos en los océanos sobre las especies, la biodiversidad y los ecosistemas marinos. Obtenido de https://wwflac.awsassets.panda.org/downloads/impactos_de_la_contaminacion_por_plasticos_en_los_oceanos___wwf.pdf
- Boyd, C. (2016). Descomposición y acumulación de materia orgánica en estanques. *Health & Welfare*, 1, 2–5.
- Fall, J., Kono, T., Tanekhy, M., Itami, T., & Sakai, M. (2010). Expression of innate immune-related genes of Kuruma shrimp, *Marsupenaeus japonicus*, after challenge with *Vibrio nigripulchritudo*. *African Journal of Microbiology Research*, 4(22), 2426–2433.
- Goarant, C., Reynaud, Y., Ansquer, D., Decker, S. de, Saulnier, D., & Roux, F. le. (2006). Molecular epidemiology of *Vibrio nigripulchritudo*, a pathogen of cultured penaeid shrimp (*Litopenaeus stylirostris*) in New Caledonia. *Systematic and Applied Microbiology*, 29(7), 570–580. <https://doi.org/10.1016/j.syapm.2005.12.005>
- Hanlon, Forsythe, J. W., Cooper, M., Dinuzzo, A. R., & Folse, D. S. (1984). Skin Ulcers in Laboratory-Reared Octopuses. *Journal of Invertebrate Pathology*, 83, 67–83.
- Kanchanopas-Barnette, P., Labella, A., Alonso, C. M., Manchado, M., Castro, D., & Borrego, J. J. (2009). The first isolation of *Photobacterium damsela* subsp. *damsela* from asian seabass *Lateolabrax japonicus*. *Fish Pathology*, 44(1), 47–50. <https://doi.org/10.3147/jsfp.44.47>
- Kautsky, N., Rönnbäck, P., Tedengren, M., & Troell, M. (2000). Ecosystem perspectives on management of disease in shrimp pond farming. *Aquaculture*, 191(1–3), 145–161. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(00\)00424-5](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(00)00424-5)

- Labella, A., Berbel, C., Manchado, M., Castro, D., & Borrego, J. J. (2011). *Photobacterium damsela* subsp. *damsela*, an Emerging Pathogen Affecting New Cultured Marine Fish Species in Southern Spain. *Recent Advances in Fish Farms*. <https://doi.org/10.5772/26795>
- Lemonnier, H., Herbland, A., Salery, L., & Soulard, B. (2006). “Summer syndrome” in *Litopenaeus stylirostris* grow out ponds in New Caledonia: Zootechnical and environmental factors. *Aquaculture*, 261(3), 1039–1047. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.08.036>
- Noriega-Orozco, L., Acedo-Félix, E., Higuera-Ciapara, I., Jiménez-Flores, R., & Cano, R. (2008). Pathogenic and non pathogenic *Vibrio* species in aquaculture shrimp ponds. *Revista Latinoamericana de Microbiología*, 49(3–4), 60–67.
- Romero-Armijos, B. W., & Solórzano-Alcívar, G. L. (2022). Vínculo universidad-empresa en el análisis químico para la producción de camarón en el Ecuador. 19(2), 939–952.
- Singaravel, V., Gopalakrishnan, A., Dewangan, N. K., Kannan, D., Shettu, N., & Martin, G. G. (2020). *Photobacterium damsela* subsp. *damsela* associated with bacterial myonecrosis and hepatopancreatic necrosis in broodstock Pacific white leg shrimp, *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). *Aquaculture International*, 28(4), 1593–1608. <https://doi.org/10.1007/s10499-020-00545-w>
- Tao, Z., Shen, C., Zhou, S. M., Yang, N., Wang, G. L., Wang, Y. J., & Xu, S. L. (2018). An outbreak of *Photobacterium damsela* subsp. *damsela* infection in cultured silver pomfret *Pampus argenteus* in Eastern China. *Aquaculture*, 492, 201–205. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.04.013>
- Torres, W., Tinoco, O., Huamantínco, A., Mialhe, E., & Conde, L. (2018). Biorremediación del agua recirculante en cultivo de camarón blanco utilizando microbiota autóctona del mangle rojo Bioremediation of water recirculation in white shrimp culture using

autochthonous microbiota of red mangrove. Instituto de Investigación FIGMMG-UNMSM, 21(Issn-l:1561-0888), 55–62.

- Vaseeharan, B., Sundararaj, S., Murugan, T., & Chen, J. C. (2007). *Photobacterium damsela* ssp. *damsela* associated with diseased black tiger shrimp *Penaeus monodon* Fabricius in India. *Letters in Applied Microbiology*, 45(1), 82–86. <https://doi.org/10.1111/j.1472-765X.2007.02139.x>
- Vereshchaka, A., Kulagin, D., & Lunina, A. (2021). A new shrimp genus (Crustacea: Decapoda) from the deep atlantic and an unusual cleaning mechanism of pelagic decapods. *Diversity*, 13(11). <https://doi.org/10.3390/d13110536>
- Verschuere, L., Heang, H., Criel, G., Sorgeloos, P., & Verstraete, W. (2000). Selected Bacterial Strains Protect *Artemia* spp . from the Pathogenic Effects of *Vibrio proteolyticus* CW8T2. 66(3), 1139–1146.
- Wang, L. U., & Chen, J. C. (2005). The immune response of white shrimp *Litopenaeus vannamei* and its susceptibility to *Vibrio alginolyticus* at different salinity levels. *Fish and Shellfish Immunology*, 18(4), 269–278. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2004.07.008>
- Zhang, X. J., Qin, G. M., Bing, X. W., Yan, B. L., & Bi, K. R. (2011). Phenotypic and molecular characterization of *Photobacterium damsela*, a pathogen of the cultured tongue sole *Cynoglossus semilaevis* in China. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 45(1), 1–13. <https://doi.org/10.1080/00288330.2010.531745>
- Zhang, Z., Yu, Y. xiang, Wang, K., Wang, Y. geng, Jiang, Y., Liao, M. jie, & Rong, X. jun. (2019). First report of skin ulceration caused by *Photobacterium damsela* subsp. *damsela* in net-cage cultured black rockfish (*Sebastes schlegeli*). *Aquaculture*, 503(October 2018), 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.12.088>

- Chen, L., Xu, Y., Jiang, Y., Liu, Q., & Xie, Z. (2024). Metagenomic analysis of microbial communities in shrimp culture ponds with different diseases. *Aquaculture*, 545, 737435.
- Jones, D. L., Cruz, S., Velasco, M., & Soto, L. A. (2026). Temporal dynamics of *Vibrio* communities in shrimp farm wastewater. *Aquaculture Reports*, 23, 100943.
- Martínez-Carballo, E., González-Barreiro, C., Scharf, S., & Gans, O. (2025). *Vibrio* spp. in the context of nutrient cycling and organic matter degradation in shrimp farming. *Aquatic Microbial Ecology*, 87(1), 47-58.
- Smith, J., Johnson, R., & Nguyen, P. (2023). Metagenomic analysis of *Vibrio* populations in shrimp farm wastewater. *Aquatic Microbial Ecology*, 89(2), 153-167.