



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE ACUICULTURA

**Medidas Terapéuticas y profilácticas ante la presencia de enfermedades en
el cultivo de crustáceos y peces.**

**BALCAZAR ROMERO ANTHONY JOSE
INGENIERO ACUICOLA**

**MACHALA
2022**



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE ACUICULTURA

Medidas Terapéuticas y profilácticas ante la presencia de enfermedades en el cultivo de crustáceos y peces.

**BALCAZAR ROMERO ANTHONY JOSE
INGENIERO ACUICOLA**

**MACHALA
2022**



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE ACUICULTURA

EXAMEN DE GRADO O FIN DE CARRERA DE CARÁCTER COMPLEXIVO

Medidas Terapéuticas y profilácticas ante la presencia de enfermedades en el cultivo de crustáceos y peces.

**BALCAZAR ROMERO ANTHONY JOSE
INGENIERO ACUICOLA**

SORROZA OCHOA LITA SCARLETT

**MACHALA
2022**

examen complejo

INFORME DE ORIGINALIDAD

7%

INDICE DE SIMILITUD

7%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

ENCONTRAR COINCIDENCIAS CON TODAS LAS FUENTES (SOLO SE IMPRIMIRÁ LA FUENTE SELECCIONADA)

1%

★ www.researchgate.net

Fuente de Internet

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Activo

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

El que suscribe, BALCAZAR ROMERO ANTHONY JOSE, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado Medidas Terapéuticas y profilácticas ante la presencia de enfermedades en el cultivo de crustáceos y peces., otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

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

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

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



BALCAZAR ROMERO ANTHONY JOSE

0705226082

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	3
DESARROLLO	5
Sector acuícola	5
Crustáceos	7
Generalidades	7
Camarón	8
Principales enfermedades en la camaronicultura	9
Enfermedades virales	9
Enfermedades bacterianas	10
Peces	11
Generalidades	11
Tilapia	12
Trucha	13
Enfermedades de los peces	14
Enfermedades virales	14
Enfermedades bacterianas	16
Medidas terapéuticas	18
Antibióticos	18
Oxitetraciclina (OTC).	18
Florfenicol (FF)	19
Medidas profilácticas	21

Probióticos	21
Prebióticos	23
Ácidos Orgánicos	25
Inmunoestimulantes	26
CONCLUSIONES	29
BIBLIOGRAFÍA	30

ÍNDICE DE ILUSTRACIÓN

Ilustración 1. Exportaciones de camarón ecuatoriano	6
Ilustración 2. Exportaciones de tilapia.....	7

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Variedades de camarón en Ecuador	8
Tabla 2. Variedad de peces en Ecuador.....	12
Tabla 3. Variedades de tilapias en Ecuador.....	14
Tabla 4. Variedades de truchas en Ecuador.....	15
Tabla 5. Estudios relacionados con la aplicación de probióticos en acuicultura.....	24
Tabla 6. Inmunostimulantes; Dosis recomendada sobre los patógenos o enfermedad	29

RESUMEN

El sector acuícola ha evidenciado a lo largo de los años mejoras en los niveles de producción. Sin embargo, las diferentes enfermedades de índole bacteriano y viral, ha hecho que reflejen pérdidas económicas importantes en la producción de organismos acuáticos, generando a su vez preocupación en este sector. Por ende, esta investigación se ve enfocada en dar a conocer el uso de tratamientos profilácticos y terapéuticos con el fin de controlar y prevenir posibles eventos patológicos. En el caso de las medidas terapéuticas que presentan amplios espectros microbianos tenemos, la aplicación de florfenicol para la infección de *V. harveyi* en camarón blanco de 15 a 25 g. donde aplicaron dosis de 0, 10, 20, 30 mg. Notando una supervivencia del 80% en la dosis de 10 mg. Por otro lado, el uso de la oxitetraciclina en el síndrome de la marca roja en truchas (*O. mykiss*) aplicando 25g/kg de alimento en 20 días posteriores notaron lesiones curadas. Por su parte, las medidas profilácticas usada para la prevención de patologías tenemos, probióticos en el cual en un estudio usaron 10⁹ UFC/ml de *Lactobacillus rhamonosus* en alimento en mejora inmunológica de la trucha (*O. mykiss*) frente a *Yersina ruckeri* evidenciando mayor supervivencia a los del tratamiento control. En cuanto a la aplicación de prebiótico, en un estudio realizado probaron la miel prebiótica en respuesta inmune contra el *V. parahaemolyticus*. resultando la dosis de 0.75% tuvo mayor supervivencia con un 73,33%. Por otro lado, el uso de ácidos orgánicos como por ejemplo en un estudio usaron ácido elágico en alimento para truchas (*O. mykiss*) frente a la enfermedad de la boca roja, obteniendo un 100% de supervivencia en los peces tratados. En cuanto a los inmunoestimulantes, en un estudio usaron b-glucanos en dietas de tilapias mejorando el nivel de protección y bajando los niveles de mortalidad frente a *A. hydrophila*.

PALABRAS CLAVE: *Prebiótico, Florfenicol, Oxitetraciclina, Probiótico,*

ABSTRACT

The aquaculture sector has shown improvements in production levels over the years. However, the different diseases of bacterial and viral nature, has made them reflect significant economic losses in the production of aquatic organisms, generating in turn concern in this sector. Therefore, this research is focused on publicizing the use of prophylactic and therapeutic treatments in order to control and prevent possible pathological events. In the case of therapeutic measures that present broad microbial spectrums we have, the application of florfenicol for the infection of *V. harveyi* in white shrimp of 15 to 25 g. where they applied doses of 0, 10, 20, 30 mg. Noticing a survival of 80% in the dose of 10 mg. On the other hand, the use of oxytetracycline in the syndrome of the red mark in trout (*O. mykiss*) applying 25g / kg of feed in 20 days later noted healed lesions. On the other hand, the prophylactic measures used for the prevention of pathologies we have, probiotics in which in a study they used 10 ° CFU / ml of *Lactobacillus rhamonosus* in food in immunological improvement of trout (*O. mykiss*) against *Yersina ruckeri* evidencing greater survival to those of the control treatment. As for the application of prebiotic, in a study they tested prebiotic honey in immune response against *V. parahaemolyticus*. resulting in the dose of 0.75% had higher survival with 73.33%. On the other hand, the use of organic acids as for example in a study used ellagic acid in trout feed (*O. mykiss*) against red mouth disease, obtaining a 100% survival in treated fish. As for immunostimulants, in one study they used b-glucans in tilapia diets improving the level of protection and lowering mortality levels against *A. hydrophila*.

KEYWORDS: *Probiotic, Prebiotic, Florfenicol, Oxytetracycline.*

INTRODUCCIÓN

La acuicultura representa el conjunto de actividades humanas orientadas al cultivo de organismos en un cuerpo de agua incluyendo peces, moluscos, crustáceos, equinodermos y algas. A nivel mundial, la producción acuícola se ha incrementado a lo largo de los años y, por ende, la economía de este sector. Este importante desarrollo se debe a la falta de alimentos y por la pesquería. Conjuntamente, la incidencia de diferentes patologías y otros factores han sido pilas para mejorar los cultivos de esta industria, con el objetivo de obtener cultivos eficientes para abastecer la demanda alimenticia en el mundo.

Sin lugar a duda el buen trabajo en esta actividad ha traído beneficios, no obstante, se ha evidenciado grandes pérdidas en los cultivos de organismos acuáticos, en especial los de peneidos. Según Ovando et al., (2021) en su trabajo investigativo *Necrosis hepática pancreatitis aguda que afecta al cultivo de camarones peneidos*, afirmaron que, los protocolos de bioseguridad establecidos para el cultivo de estos camarones no fueron los más sofisticados y, por ende, se llega a presenciar la introducción de organismos patógenos, lo que ocasionaría el brote de patologías emergentes que afecten a los cultivos acuícolas.

En este sentido, los sistemas de producción se ven amenazados al enfrentar patógenos virales, bacterianos o protozoarios siendo vectores con la biomasa cultivada. Por ello, el mejoramiento técnico en esta actividad y las investigaciones realizadas provoca que los cultivos sean controlados y sostenibles. Por consiguiente, un mal manejo de los cultivos de camarón, de los antibióticos, el detritus de los fondos, alteran el medio de cultivo. Así como un inadecuado manejo de factores abióticos que intervienen directamente en los cultivos como temperatura, pH, salinidad, entre otros, desatan problemas en los cultivos y la supervivencia de los organismos.

Desde este punto, los tratamientos profilácticos y terapéuticos que se han usado en distintos estudios permitirán una actuación pertinente ante eventos relacionados con algún patógeno

presente en los cultivos. Por ende, en este trabajo investigativo se determinará tratamientos emergentes que coadyuvan a solucionar las patologías presentes en los sistemas productivos. De manera adicional, se presenta tratamientos preventivos que tienen como objetivo advertir ciertas patologías mediante métodos usados en el campo para mitigar estos problemas.

DESARROLLO

Sector acuícola

Actualmente, la acuicultura es una de las industrias que más ha crecido en cuanto a producción, comercialización y demanda. Cabe recalcar que, este avance del sector acuícola es a nivel mundial. De acuerdo con esta actividad toma fuerza en Latinoamérica debido a la producción de camarón en Ecuador y a la producción del salmón en Chile. Esto gracias al incremento poblacional y al hecho de que este negocio es de gran interés en diferentes regiones del mundo por su explotación para el consumo humano, así como para usos medicinales y estéticos (Gonzabay-Crespin et al., 2021).

En el contexto ecuatoriano, la acuicultura ha tomado fuerza debido al gran aporte del sector camaronero, ya que actualmente es uno de los países que exporta una gran cantidad de este crustáceo al exterior. Asimismo, es necesario mencionar que según (Ullsco et al., 2021) desde el año 2015 hasta el 2019 la exportación de camarón en el Ecuador ha experimentado un crecimiento significativo, llegando a tener una fuerte influencia en la economía del país, puesto que aportó al PIB nacional con un total de 3.652.684 dólares, que en ventas representa cerca de 1.397.490.3 libras de camarón; cabe mencionar que su principal importador fue China.

Adicionalmente, la Cámara Nacional de Acuicultura, (2022) refuerza la idea de que el sector acuícola ecuatoriano se ha visto fortalecido con la producción y exportación del camarón, puesto que en sus reportes anuales acerca de las exportaciones de camarón al mundo se muestra que desde el año 2010 hasta el 2021 las exportaciones de este producto han crecido de manera progresiva. A continuación, en la Figura 1 se muestran las estadísticas de esta organización, donde comparan las toneladas de camarón con la cantidad de dinero que ha ingresado al país.

Ilustración 1. Exportaciones de camarón ecuatoriano

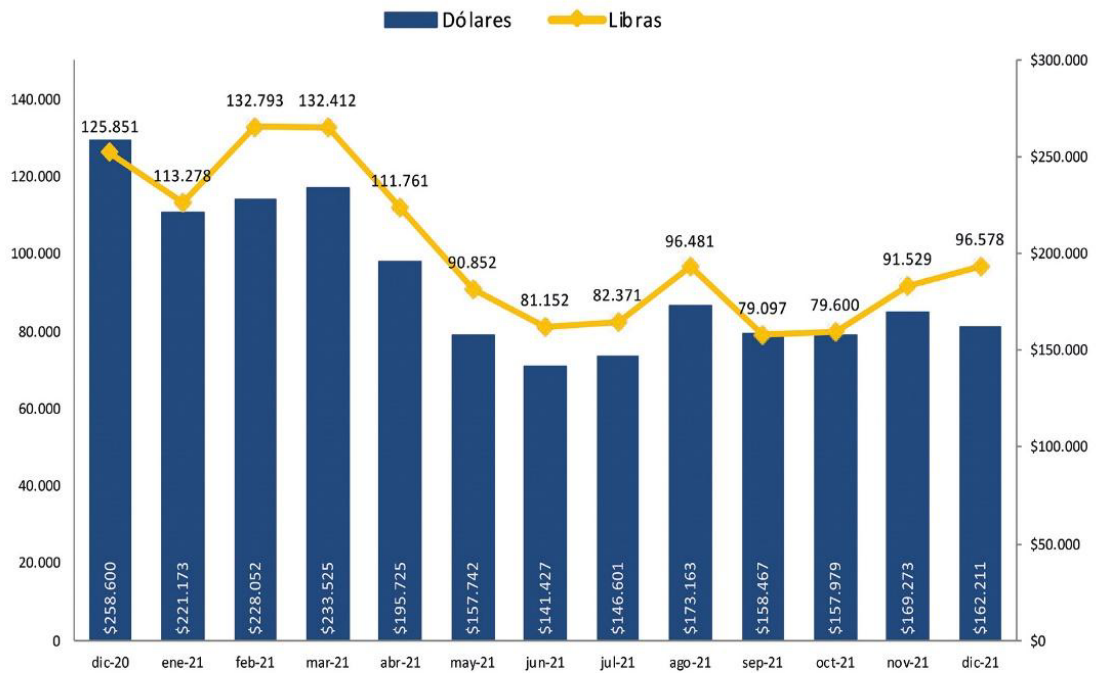


Fuente: Cámara Nacional de Acuicultura, (2022)

Por otro lado, este país no solo se beneficia de la camaronicultura, sino también de la producción, la explotación y exportación de la piscicultura, especialmente en especies como la tilapia y en últimos años se ha estado trabajando con el chame. Un ejemplo relevante es el de la tilapia, siendo este organismo el más cultivado y el que mayor producción genera al país, también en exportación y en ventas. Desde el criterio de la Cámara Nacional de Acuicultura, (2022), la demanda de tilapia crece constantemente y representa el 8 % de la producción acuícola ecuatoriana.

Asimismo, este mismo organismo en sus reportes anuales señala que ha habido un pequeño crecimiento de las exportaciones de tilapia en el mes de diciembre del 2021. Además, pronostica un crecimiento sistemático de las exportaciones para el año 2022. Seguidamente, en la Figura 2 se muestra estos datos.

Ilustración 2. Exportaciones de tilapia



Fuente: Cámara Nacional de Acuicultura, (2022)

Crustáceos

Generalidades

Los crustáceos se encuentran en este planeta por millones de años, estos han sido parte de la historia y han evolucionado a tal punto que se han visto fósiles de estos, abarcando lugares del planeta donde ahora es inexistente la presencia de agua.

Según De-Grave et al., (2009), existen alrededor de 14.756 especies y 71 familias de crustáceos, en la actualidad. Entre todas las especies consideradas de los crustáceos la de orden decápoda es la que más destaca en cuanto a la industria acuícola, puesto que la humanidad se ha servido de ella como fuente de ingresos económicos y como alimento. Entre ellas destacan los cangrejos, los langostinos y los más conocidos y mayormente explotados los camarones. En tal sentido, esta investigación se centra en el cultivo del camarón.

Camarón

Esta especie es conocida científicamente con el nombre de *Caridea*. De acuerdo con (Tapia & Rodriguez, 2012) el camarón pertenece al diverso grupo de los crustáceos y se deriva de la orden de los decápodos, pues, posee cinco pares de patas. Además, señalan que este artrópodo habita tanto en aguas dulces como saladas. Asimismo, se desarrollan en regiones con climas templados, tropicales y fríos. Por último, mencionan que este organismo puede medir hasta 35cm y que se alimentan de algas o de resto de animales pequeños.

En relación con las tipologías de esta especie, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) señala que “existen aproximadamente 2500 especies de camarones y solamente unas 300 son de interés económico comercial, y entre estas últimas, 100 constituyen la mayoría de las capturas comerciales de camarones en el mundo” (FAO, 2020). En este sentido, en la presente investigación muestra las principales variedades de este organismo que se encuentran en Ecuador.

Tabla 1. Variedades de camarón en Ecuador

Nombre común	Nombre científico	Producción
Camarón pomada	<i>Protrachypene precicua</i>	Cultivado/Capturado
Camarón patiblanco	<i>Litopenaeus vannamei</i>	Cultivado/Capturado
Camarón azul	<i>Litopenaeus stylirostris</i>	Cultivado/Capturado
Camarón blanco del Pacífico	<i>Litopenaeus occidentalis</i>	Cultivado/Capturado
Camarón café	<i>Farfantepenaeus californiensis</i>	Cultivado/Capturado
Camarón rojo	<i>Farfantepenaeus brevisrostris</i>	Cultivado/Capturado

Fuente: información extraída del (Instituto Nacional de Pesca, 2021).

Según Marriot, (2003), manifiesta que la especie que se cultiva en mayor escala en el Ecuador es el camarón blanco, *Litopenaeus vannamei*, representando el 95% del total de producto. Seguidamente, se cultiva el *L. stylirostris* y, por último, el *L. occidentalis* y el *L.*

californiensis a una escala mínima, por lo tanto, el camarón patiblanco se posesiona como la principal variedad de exportación.

Gonzabay-Crespin et al., (2021) señalan que en Ecuador “existen alrededor de 210000 hectáreas dedicadas al cultivo de camarón; de estas el 60% está en Guayas, el 15% en El Oro, el 9% en Esmeraldas, 9% está en Manabí y 7% en Santa Elena”.

Cabe recalcar que, a la par con la producción del camarón se presencian ciertas enfermedades causadas por diferentes factores. En este sentido, es relevante que en este estudio se identifique las enfermedades más usuales en el cultivo del camarón con la finalidad de tener una mejor producción tanto a nivel de cantidad como calidad. Por consiguiente, en el subsecuente apartado se exponen estas patologías.

Principales enfermedades en la camaronicultura

Las enfermedades infecciosas tienen un impacto significativo en las industrias acuícolas de la cría de camarones, debido a que la mayoría de las infecciones en los camarones de cultivo son de origen bacteriano y viral con pocas enfermedades importantes de protozoos y hongos (Seethalakshmi et al., 2021). Por otro lado, menciona que las enfermedades en los sistemas acuícola ocurren debido a la interacción de tres componentes como; el huésped, patógeno y medio ambiente, además, destaca que la alta densidad de población de los cultivos ayuda a facilita la transmisión de patógenos (Sivasankar et al., 2017) .

Enfermedades virales

Las enfermedades de origen viral son las que generan mayor preocupación en la camaronicultura ya que no existe tratamiento alguno que pueda erradicar al 100% las sintomatologías y pueden causar mortalidades que llegan hasta el 100% dentro del cultivo. No obstante, las principales enfermedades virales se encuentran el virus de la necrosis hipodérmica y hematopoyética infecciosa (IHHNV) y el virus del síndrome de la mancha blanca (WSSV) (López-Téllez et al., 2020).

Enfermedad de las manchas blancas WSSV

El virus WSSV pertenece a la familia viral Nimaviridae, en el género *Whispovirus* y fue reportado por primera vez en China en el 1992, puede causar hasta el 100% de mortalidad en 10 o 37 días durante la infección, los organismos infectados presentan síntomas como reducción de la ingesta de alimento, nado errático, cutícula de caparazón blando y coloración rojiza o rosada, además, la característica principal es la presencia de manchas blancas con 0,52 mm de diámetro en la zona interna del exoesqueleto, especialmente en el caparazón y los segmentos abdominales (Dashtiannasab, 2020).

Enfermedad de la necrosis hipodérmica y hematopoyética infecciosa (IHHNV)

El IHHNV es un virus cosmopolita pertenece a la familia Parvoviridae, género *Penstyldensovirus*, fue descubierto debido a la gran mortalidad causada en *P stylirostris*. Sin embargo, no es letal para *L. vannamei* pero causa la enfermedad llamada síndrome del enanismo y deformidad del rostrum. Los síntomas típicos incluyen deformación rostros, flagelos antnales arrugados, aspereza cuticular y anomalías cuticulares de los segmentos abdominales, además, el retraso en el crecimiento es superior al 30% para muchos organismos y puede acercarse al 90% causando grandes pérdidas económicas (Melena et al., 2015).

Enfermedades bacterianas

Dentro de las principales enfermedades reportadas en el cultivo de camarón están relacionados con la familia *Vibrionaceae* principalmente se reporta al menos 14 especies que afectan a los cultivos de camarón, dentro de esta se incluyen; *V. harveyi*, *V. parahaemolyticus*, *V. alginolyticus*, *V. anguillarum*, *V. vulnificus* (Orellana D. G., 2017). Además, Varela & Choc (2020) mencionan que bacterias de estroptococos, espiroplasmas y bacterias intracelulares como la *Hepatobacter penaei* también han causado problemas durante el cultivo.

Vibriosis sistémica

Causa mortalidades superiores a 90% y se caracteriza por signos clínicos inespecíficos e incluyen el nado errático de los camarones en la superficie y borde del estanque, además existe

una reducción en el consumo del alimento y existe la probabilidad del desarrollo de bioluminiscencia según la cepa causante ya que la causa de esta enfermedad esta atribuida a diferentes especies de *Vibrio* tales como; *Vibrio harveyi*, *V. penaeicia*, *V. nigripulchritudo*, *V. alginolyticus*, *V. owensi* y *V. campbellii*, para ello es recomendable realizar análisis bacteriológicos con medios de cultivos TCBS y Cromoagar para determinar la especie presente (Varela & Choc, 2020).

Necrosis Aguda del Hepatopáncreas (AHPND)

La AHPND es una de las enfermedades que pueden producir mortalidades aproximadas al 100% y presentan signos clínicos muy notorios los cuales son nado errático, bajo crecimiento, contenido intestinal bajo o nulo, atrofia y coloración pálida del hepatopáncreas y textura suave y áspera de la cutícula. La presencia de esta afección en los animales se atribuye a la presencia de *V. parahaemolyticus*, *V. harveyi*, *V. campbellii* y *V. owensi* a consecuencia de las toxinas perjudicial que estas bacterias poseen conocidas como PirA y PirB (Varela & Choc, 2020).

Espiroplasmosis

La *Spiroplasma penae* sp es considerado el agente causal de esta patología que puede causar el 90% de mortalidades de las poblaciones de camarones afectados, por otro lado, la particularidad de esta enfermedad es que clínicamente los organismos infectados no presentan lesiones específicas, pero se ha observado que los camarones muertos se encuentran flotando como si estuvieran parados sobre la cola (Varela & Choc, 2020).

Peces

Generalidades

Según Mancini, (2002), indica que los peces son vertebrados del grupo de los ectotérmicos. Además, que se identifican por tener vértebras, branquias y aletas. Esta remonta al período devónico, hace 300 millones de años y se estima que existen cerca de 20.000 especies.

En este marco, el Instituto Nacional de Pesca (2020) señala que en aguas ecuatorianas existen 1400 especies de peces en vida silvestre; entre marinos y de aguas continentales. En este sentido, en la Tabla 3 se muestra la diversidad de peces que habitan en Ecuador.

Tabla 2. Variedad de peces en Ecuador

Peces de agua dulce y salada en Ecuador	
Agua dulce	
Nombre común	Nombre científico
Boquichico	<i>Prochilodus nigricans</i>
Candirú	<i>Vandellia cirrhosa</i>
Manitoa	<i>Brachyplatystoma vaillanti</i>
Llambina	<i>Potamorhina altamazonica</i>
Lenguado enano	<i>Citharichthys platophrys</i>
Paiche	<i>Arapaima gigas</i>
Sardinias de río	<i>Characidae</i>
Trucha	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
Agua salada	
Anchoa	<i>Engraulidae</i>
Atún	<i>Thunnus</i>
Bonito	<i>Sarda sarda</i>
Corvina	<i>Argyrosomus regius</i>
Pargo	<i>Pagrus pagrus</i>
Palometa	<i>Brama brama</i>
Robalo	<i>Centropomus undecimalis</i>
Sardina	<i>Sardina pilchardus</i>
Salmonete	<i>Mullus surmuletus</i>

Fuente: información adaptada de (Barriga, 2012).

Por otro lado, Ecuador posee una producción significativa de peces introducidos, entre la especie más relevante se encuentra la tilapia. De igual manera, una producción de trucha y salmón, aunque estos últimos en bajos porcentajes en comparación con la primera. Cabe mencionar que, en este estudio se describe a la tilapia y a la trucha debido a que son unos de los peces cultivados que más exporta este país.

Tilapia

El nombre científico de este pez es *Oreochromis niloticus*. Según (Hurtado, 2013), dice que esta especie es la que mayormente se ha estudiado. (Saavedra, 2006), menciona que esta especie se caracteriza por:

Presentar orificios nasales. Presenta un cuerpo aparentemente alargado. La boca suele ser ancha, con una dentadura cónica e incisivos. También contiene aletas con la cual se desplaza en el medio.

Estas características hacen de la tilapia un pez de fácil cultivo, pues, son más resistente a enfermedades y tienen un crecimiento más rápido en comparación con otras especies. Hay que señalar que, según Saavedra, (2006) este pez “llega a pesar entre 1 a 1.5 libras en un período de 6 a 9 meses”. Para Jácome et al. (2019) esta especie de origen africano fue introducida al Ecuador, en el año 1965, desde el vecino país colombiano hasta la ciudad de Santo Domingo de los Tsáchilas; posteriormente, su cultivo fue extendiéndose a otras provincias de la nación como Manabí, Guayas, Los Ríos y el Oro. En consecuencia, su cultivo se intensificó convirtiéndose en una actividad productiva de impacto en la economía de los ecuatorianos.

En el Ecuador, se evidencia que el cultivo de la tilapia está relacionado con las especies que se describen en la siguiente tabla. Aunque, hay que recalcar que la que mayor acogida ha tenido en el país en la tilapia roja conocida por su nombre científico como *Oreochromis aureus* (Hurtado, 2013).

Tabla 3. Variedades de tilapias en Ecuador

Nombre común	Nombre científico
Tilapia nilótica	<i>Oreochromis niloticus</i>
Tilapia roja	Nile tilapia
Tilapia aurea	<i>Oreochromis aureus</i>
Tilapia chitralada	niloticus línea Chitralada

Fuente: extraído de (Hurtado, 2013).

De igual manera, otro pez que se cultiva en Ecuador es la trucha y aunque su mercado no es internacional tiene una alta acogida dentro de la nación. En tal sentido, en la siguiente sección se describe esta especie.

Trucha

Según Padrón et al., (2010), es un pez que mayormente se cultiva en medios acuosos fríos, procede del O. Pacífico del norte, y al igual que la tilapia es un pez que se adapta, teniendo gran resistencia y presentando características propias para su cultivo.

Vásquez, (2014), menciona que la trucha puede llegar a alcanzar longitudes de alrededor 60 cm, aunque se han evidenciado ejemplares de mayor longitud.

Conjuntamente, en Ecuador se ha fomentado el cultivo de la trucha. No obstante, también se evidencia otras especies como se puede observar en la subsecuente tabla.

Tabla 4. Variedades de truchas en Ecuador

Nombre común	Nombre científico
Trucha arcoíris	Oncorhynchus mykiss
Trucha marrón	Salmo trutta fario
Trucha perca	Perca Laevis Jenyns

Fuente: Extraída de (Guayllas & Zumba, 2015).

Después, de este breve panorama acerca de los peces en Ecuador es necesario detallar las enfermedades que pueden contraer esta especie con la finalidad de mejorar su cultivo y, por ende, su producción. A continuación, se presentan cada una de estas patologías.

Enfermedades de los peces

Hay que mencionar que son pocas las investigaciones que se centren en indagar sobre las patologías específicas de cada especie de pez. No obstante, desde el criterio de (Moscoso & Rosado, 2005), los peces en general tienden a enfermarse debido a la presencia de hongos, de bacterias y de algunas algas. Además, que señalan que las principales sintomatologías que se evidencian son detrimento del apetito, movimientos pausados y extraños y permanencia junto a las superficies.

Enfermedades virales

Enfermedades virales en truchas

Virus de la necrosis pancreática infecciosa (IPNV)

Es una enfermedad altamente contagiosa y económicamente significativa que ocurre a nivel mundial en los peces salmónido, causada por el virus de la necrosis pancreática infecciosa (IPNV) que pertenece a la familia Birnaviridae género *Aquabirnavirus* y es un virus de ARN pequeño sin envoltura. Los signos clínicos que presentan los organismos infectados son; piel

oscura, exoftalmia, hinchazón abdominal, pseudoheces y el comportamiento de natación aberrante son característicos para IPNV (Büyükekiz et al., 2018).

Virus de la septicemia hemorrágica (VHSV)

El VHSV pertenece a la familia *Rhabdoviridae* incluida en el género *Novirhabdovirus* es responsable de una de las enfermedades más peligrosas de los peces de acuicultura. El VHSV se aisló por primera vez en la trucha arcoíris (*O. mykiss*) en 1965. en Dinamarca, sin embargo, ahora se ha informado que infecta a más de 80 especies diferentes de peces de agua dulce y salada. Los principales síntomas incluyen hemorragias generales, exoftalmia, anemia y abdomen distendido como consecuencia del edema de la cavidad intraperitoneal (E. Leal et al., 2019).

Enfermedades virales en la Tilapia

Virus de la Tilapia de lago (TiLV)

La enfermedad conocida como virus de la tilapia de lago (TiLV) es una enfermedad vírica producida por el agente infeccioso *Betanodavirus* que pertenece a la familia Nodaviridae, es un virus pequeño ya que mide 25 – 30 nm de diámetro y presenta una forma esférica sin envoltura compuesto de dos moléculas, esta enfermedad afecta gravemente a *O. niloticus* debido a que provoca vacuolización citoplasmática como lesiones hepáticas. Por otro lado, el virus de la Necrosis Hematopoyética infecciosa (IHNV) y la Septicemia Hemorrágica viral (VHSV) cuyo agente etiológico es la bacteria perteneciente al género *Norvirhaddovirus*, estas enfermedades suelen presentar signos clínicos similares en los animales infectados tales como exoftalmia, distensión abdominal y branquias pálidas (Tattiyapong et al., 2017)

Virus de la necrosis infecciosa del bazo y el riñón (ISKNV).

Se ha informado que el virus de la necrosis infecciosa del bazo y el riñón (ISKNV) causa graves infecciones en varias etapas del ciclo de vida de la tilapia del Nilo. ISKNV es un virus de ADN citoplasmático icosaédrico y se clasifica en el grupo de Megalocytivirus. Los peces infectados con ISKNV muestran síntomas como como letárgico y exhibe anemia severa,

petequias de branquias, agrandamiento del bazo, natación anormal, ulceración, hemorragias y un cuerpo oscurecido (Throngnumchai et al., 2021).

Enfermedades bacterianas

Enfermedades bacterias en truchas

Enfermedad bacteriana del agua fría (bcwd)

La enfermedad bacteriana del agua fría (BCWD) causada por la bacteria gran negativa *Flavobacterium psychrophilum* es una de las principales enfermedades más devastadora de estos salmónidos. La enfermedad generalmente ocurre a temperaturas del agua por debajo de 16 °C, y es más frecuente y grave a 10 °C o menos, produce lesiones abiertas características en las superficies corporales externas de los peces como áreas de piel de aspecto áspero o puntas de aletas deshilachada (León et al., 2008).

Enfermedad entérica de la boca roja (ERM)

El agente etiológico responsable de causar esta patología es un bacilo gran negativo conocido como *Yersinia ruckeri* y pertenece a la familia Enterobacteriaceae. La ERM es una considerada una enfermedad aguda o crónica ya que la trucha arcoíris (*O. mykiss*) se ve afectado en todos sus estadios de vida, siendo así la trucha la especie de salmónidos más sensible a ERM. Los signos clínicos externos más frecuentes en los peces infectados es la presencia de zonas oscuras en la piel, exoftalmia bilateral y abdomen flojo, mientras que a nivel interno se presenta la coigestión en ciegos pilóricos e intestinos (Sierralta et al., 2013).

Enfermedad del columnaris

La bacteria *Flavobacterium columnare* es la causa etiológica de la enfermedad columnaris, que predominantemente se presenta como ulceraciones de las branquias y de la piel. La mortalidad debida a la enfermedad columnaris es alta en los peces más jóvenes, donde la enfermedad genera una respuesta aguda y, dependiendo de la virulencia de la cepa, los alevines no tratados mueren entre 12 y 48 h después de la infección y se cree que puede afectar a salmónidos en temperaturas frías de 12 a 14 °C (Calboli et al., 2022).

Enfermedades bacterianas en tilapia

Francisellosis

Es una enfermedad granulomatosa causada por la bacteria Gram negativa que pertenece al género *Francisella sp.*, el cual se cree que las especies responsables de esta patología son *F. asiática* y *F. noatunensis*. Esta enfermedad se caracteriza por la presencia de granulomas que llegan a producir mortalidades que van del 1% al 90% esto según la etapa productiva afectada, además, las sintomatologías más evidentes en animales infectados son; peces letárgicos, nado errático, exoftalmia, bajo consumo del alimento, abdomen hinchado, aletas deshilachadas, úlceras hemorrágicas en la piel y hemorragias petequiales en aletas, por otro lado, a nivel interno presentan nódulos en el bazo, riñón e hígado (Mangea, 2015).

Septicemia hemorrágica

Lema et al., (2021) menciona que las sintomatologías que presentaron las tilapias del Nilo (*O. niloticus*) durante el cultivo son las siguientes; oscurecimiento de la parte dorsal del cuerpo y leve hiperemia de las bases de las aletas pectorales y ventrales y prolapso severo de las aletas y erosión, esto debido a la presencia de *Aeromonas spp* el cual son bacterias gramnegativas oportunistas que presentan forma de bastón y que suelen estar de forma natural en el ambiente.

Edwardsiellosis

Es una enfermedad bacteriana grave en el sector piscícola, que causa grandes pérdidas económicas, esto debido a que se encuentran diferentes especies que pertenecen al género *Edwardsiella* como; *Ed. tarda*, *Ed. ictaluri*, *Ed. hoshinae*, *Ed. piscida* y *Ed. anguillarum*. Estas bacterias son gramnegativas que presentan forma de bastón, pertenecen a la familia Enterobacteriaceae y suelen estar presentes en cultivos a altas temperaturas del agua. Las tilapias infectadas suelen presentar septicemia hemorrágica, nado errático, exoftalmía, ulceración, ascitis y mortalidad (Elgendy et al., 2022).

Medidas terapéuticas

Antibióticos

Los antibióticos, también llamados antimicrobianos, pueden describirse como sustancias que matan microorganismos o inhiben su crecimiento, desde su descubrimiento oficial por Fleming en 1928, se han convertido en medicamentos indispensables para la salud humana y animal (Nasr-Eldahan et al., 2021). Estos productos suelen ser muy utilizados en acuicultura durante los ciclos de cultivo, en fase larvaria y engorde, ya que el principal objetivo es eliminar el patógeno de forma rápida, considerando en no afectar a los organismos en cultivo, para que resulte eficaz el tratamiento terapéutico se necesita situar al fármaco dentro del nivel denominado “ventana terapéutica” y dentro de esto se refiere a la dosis que sea capaz de reducir el crecimiento de las bacterias, además, que la sensibilidad bacteriana se haya comprobado y que mantenga concentraciones mínimas inhibitorias (Redrován, 2017).

Oxitetraciclina (OTC).

La oxitetraciclina es un antibiótico de amplio espectro perteneciente a la clase de las tetraciclinas, producido por un proceso de fermentación que involucra al actinomiceto *Streptomyces rimosus* utilizado para el tratamiento de enfermedades bacterianas Gram (-) y Gram (+) tal como; *Aeromonas salomonicida*, *Aeromonas sobia*, *Pseudomonas*, *Lactococcus garvieae* y *Vbrio spp* (Leal et al., 2018). El uso de este fármaco en acuicultura se debe a la acción que presenta con respecto a la inhibición de la síntesis proteica, debido a que la molécula se mezcla a la subunidad ribosomal 30s y esto limita la unión de amoniacil-tRNA ribosomal de las bacterias restringiendo la incorporación de aminoácidos y aumento de la cadena polipeptídica (Varela & Alfaro, 2018).

Aplicación de Oxitetraciclina (OTC)

Schmidt et al., (2021) llevaron a cabo la aplicación con antibioticos para reducir los síntomas del síndrome de la marca roja en la trucha arcoiris (*O. mykiss*) el cual destacan la

aplicación de la oxitetraciclina a razón de 25g/kg de alimento como tratamiento de esta patología ya que los grupos de peces tratados con este antimicrobiano presentaron un gran porcentaje de lesiones curadas luego de 20 días, además, el análisis de PCR realizado en el raspado de piel de los animales demuestra que la presencia de esta bacteria es menor en los peces tratados.

Por otro lado, Roy et al., (2019) aplicaron 60 mg de OTC/kg biomasa de peces/día en juveniles de la Iilapia del Nilo (*O. niloticus*) infectados con *A. caviae* mediante vía intramuscular y abrasión – inmersión, el cual demuestran el efecto positivo de la alimentación con OTC para mejorar el desafío bacteriano mejorando la cicatrización de heridas de los peces que sobrevivieron durante el desafío.

En otro estudio realizado por (Martínez-Córdova et al., 2016), evaluaron la eficacia de la oxitetraciclina (OTC) para eliminar el patógeno causante y conocer la respuesta fisiológica e inmunológica del camarón blanco en etapa aguda de la patología de la necrosis hepatopancreática, para lograr tal propósito infectaron a los organismos con un peso promedio de $10 \pm 0,5$ g con bacterias causantes de la enfermedad a través de la alimentación forzada $40 \mu\text{L}$ y los mantuvieron durante 20 días bajo condiciones controladas, transcurrido el tiempo alimentaron a los organismos enfermos con dosis 3 mg de antibiótico/kg camarones/día durante 3 días. No obstante, los resultados indican un crecimiento la concentración hemo linfática de glucosa, lactato, acilglicéridos, colesterol, proteína total, aminotransferasas, superóxido dismutasa (SOD), y la expresión de varios genes relacionados con el sistema inmune durante la aplicación de OTC (Martínez-Córdova et al., 2016).

Florfenicol (FF)

El florfenicol es un derivado sintético fluorado de tiamfenicol y cloranfenicol, presenta una actividad antibacteriana de amplio espectro que incluye todos los microorganismos sensibles al cloranfenicol, este fármaco actúa uniéndose al ribosoma bacteriano en el sitio de la subunidad 50S lo que interrumpe la síntesis de proteínas bacterianas y se considera que es

bacteriostático. No obstante, el florfenicol se ha utilizado ampliamente en acuicultura para el tratamiento de diferentes bacterias patógenas en peces y camarones, incluidas *Aeromonas salmonicida*, *Aeromonas hydrophila*, *Vibrio anguillarum*, *Vibrio salmonicida*, *Edwardsiella tarda*, *Edwardsiella ictaluri*, *Flavobacterium psychrophilum* y *Flavobacterium columnare* (Abdelhamed et al., 2019).

Aplicación de Florfenicol (FFC)

Dentro de las aplicaciones recientes de este antimicrobiano se encuentra el estudio realizado por (Jarau et al., 2019), el cual aplicaron el florfenicol como tratamiento contra *F. psychrophilum* en juveniles de truchas arcoiris, para ello inyectaron vía intraperitoneal 10^8 UFC/pez y una vez iniciada la mortalidad suministraron alimento medicado con el farmaco a razón de 10 mg/kg/día del peso corporal del animal, esto se realizó por un periodo de tiempo de 10 días consecutivos. No obstante, la aplicación del tratamiento redujo significativamente la mortalidad en los grupo de peces tratados a diferencia del grupo control.

Soto et al., (2013), recomienda la aplicación de 15 a 20 mg/kg de alimento de FFC durante 10 día con el fin de reducir la mortalidad en Tilapia del Nilo (*O. niloticus*) causada por la bacteria patogena *Francisella noatunensis* ya que en el estudio realizado demostraron que la alimentación con FFC inhibe el crecimiento del patogeno, disminuyendo la presencia de signos clinicos y la mortalidad reportada en los peces tratados fue del 14 y 16% para las dosis mencionadas.

Por otro lado, Parmar et al., (2018) evaluaron el potencial terapéutico del florfenicol contra la infección por *V. harveyi* en el camarón blanco (*L. vannamei*), para lograr tal proposito aclimataron camarones sanos con un peso promedio de 15 a 25 g durante 15 días, luego de este periodo desafiaron a camarones sanos con *V. harveyi* a razon de 2×10^6 UFC/camarón y dividieron a los organismos con un peso promedio de 20 g en 4 grupos de tratamiento, el cual aplicaron las siguientes concentraciones 0, 10, 20 y 30 mg de florfenicol/kg de peso corporal durante 10 días. Los resultados obtenidos demuestran que la supervivencia de los camarones

desafíos fue del 80% en dosis de 10 mg de FFC, mientras que para aquellos grupos donde se aplicó el 20 a 30 mg de FFC fue del 83,33%. Sin embargo, el porcentaje relativo de supervivencia (RPS) en los grupos tratados con 10 mg de FFC fue alrededor del 64%, por esta razón la dosis mencionada es la más eficaz para combatir la infección contra *V. harveyi*.

Medidas profilácticas

Hace 20 años atrás era común el uso de antibióticos para la prevención de enfermedades en la cría de camarones, inicialmente funcionó muy bien hasta que los microorganismos empezaron a adquirir resistencia a dichos fármacos, actualmente hay ciertos sectores que los animales no pueden tratarse con estos productos ya que las bacterias presentan los genes resistentes a los antibióticos y estos pueden transmitirse a los ecosistemas cercanos desde las granjas camaroneras (Seethalakshmi et al., 2021).

Probióticos

A pesar de que la aplicación de probióticos es reciente en la industria acuícola ha existido un incremento en cuanto al uso de estos debido al potencial que presentan como métodos de prevención con respecto al control de enfermedades infecciosas en los organismos acuáticos (Martínez et al., 2012). Esto se debe a que son conjunto de microorganismos vivos que aportan beneficios a la salud de peces y camarones, mediante la administración en dosis adecuadas de suplementos (El-Saadony et al., 2021). Además, los probióticos podrían modular el crecimiento y la selectividad del microbiota intestinal al suprimir el efecto de las bacterias dañinas y reforzar los mecanismos de defensa naturales del organismo a través de la producción de sustancias inhibitoras (Dawood et al., 2018).

No obstante, los probióticos son redefinidos como un complemento alimentario microbiano vivo que afecta de forma positiva al animal huésped a mejorar su equilibrio microbiano intestinal, teniendo en cuenta esto en la acuicultura existen varias formas, incluidos bacterias como; *Bacillus sp.*, *Lactococcus sp.*, *Micrococcus sp.*, *Carnobacterium sp.*, *Enterococcus sp.*,

Lactobacillus sp., *Streptococcus sp.* y *Weissella sp.*, además se encuentran las microalgas (*Tetraselmis*) y levaduras (*Debaryomyces*, *Phaffia* y *Saccharomyces*) (Dawood et al., 2018).

Aplicación de probióticos

El uso de microorganismos probióticos en experimentos con animales acuáticos ha logrado resultados prometedores como es el caso del estudio realizado por Hoang et al., (2022), donde obtuvieron tasas de supervivencia del 71% en *L. vannamei* desafiados con *V. parahaemolyticus* esto gracias a la alimentación con cepas de *Bacillus subtilis* (10^6 UFC/g) antes de llevar a cabo la infección con este patógeno. Así mismo, Adel et al., (2017) investigaron la suplementación dietética de *Lactococcus subsp* a 10^8 UFC/g en *L. vannamei* expuesto a agua de mar Caspio contaminada con 10^6 CFU/ml de *V. anguillarum*, el cual determinaron que este probiótico promueve la acción de las enzimas digestivas (celulosa, lipasa, amilasa y proteasa) y la resistencia a enfermedades.

Hooshyar et al., (2020), menciona que una concentración de 10^9 UFC/mL de *Lactobacillus rhamonosus* sobre el alimento presentó un excelente potencial para mejorar la respuesta inmunológica de la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) frente a *Yersinia ruckeri* que causa la enfermedad de la boca roja, ya que los parámetros inmunológicos y la supervivencia de los grupos de peces alimentados con el probiótico fue mayor que aquellos que se alimentaron sin la aplicación de este.

Por otro lado, la aplicación de *Bacillus spp* tienen efectos beneficiosos para fortalecer la inmunidad innata y la resistencia de la Tilapia del nilo (*O. niloticus*) ya que la suplementación con 0.5 y 1% de este probiótico sobre la alimentación, disminuyó la carga viral de los peces contagiados con el virus del lago de la tilapia (TLV), además, los patrones de expresión de los genes relacionados con el sistema inmunitario, incluidos *il-8* (también conocido como CXCL8), *ifn- γ* , *irf-3*, *mx*, *rsad-2* (también conocido como VIPERIN) mostraron una regulación positiva significativa tras el tratamiento con probióticos durante el pico de la patogénesis de TLV (Waiyamitra et al., (2020).

Tabla 5. Estudios relacionados con la aplicación de probióticos en acuicultura

Especie	Probiótico	Beneficios	Referencia
<i>L. vannamei</i>	<i>Pediococcus pentosaceus</i>	Mejoro la tasa de supervivencia, la respuesta inmune innata y los niveles de parámetros bioquímicos relacionados en la hemolinfa de los camarón desafiados con WSSV.	(Le, Kim, Ngoc, Hue, & Hwan, 2022)
<i>L. vannamei</i>	<i>V. diabolicus</i> , <i>V. hepatarius</i> y <i>Bacillus cereus</i>	Mejoro la protección de los organismos enfrentados a <i>V. parahaemolyticus</i> , debido a que limitó la colonización del <i>Vibrio</i> patógeno.	(Ramírez et al., (2022))
<i>O. niloticus</i>	<i>Bacillus pumilus</i> AQAHBS01	Mejoro la inmunidad de la tilapia del Nilo y mejora la resistencia a enfermedades contra <i>Streptococcus agalactiae</i>	(Srisapoomee & Areechon, 2017)
<i>O. niloticus</i>	<i>Metschnikowia sp.</i>	Mejoro la actividad de la lisozima, proteasa y xilanasa, el cual significa que incremento la capacidad de combati a <i>Streptococcus agalactiae</i> .	(Liao et al., (2021))
<i>O. mykiss</i>	<i>Kocuria sp.</i> y <i>Rhodococcus sp.</i>	Produce enzimas extracelulares que inhiben a <i>V. anguillarum</i> , <i>V. ordalio</i> , <i>E. coli</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> y <i>Staphylococcus aureusz</i>	(Sharifuzzaman, Rahman, Austin, & Austin, 2018)
<i>O. mykiss</i>	<i>Bacillus subtilis</i> , <i>Bacillus licheniformis</i> .	Mejoro la tasa de supervivencia de los peces enfrentados a <i>Aeromonas salmonicida</i> mejorando la respuesta inmunitaria no específica y resistencia a enfermedades.	(Youngjin et al., (2016))

Fuente: Elaborado por el autor

Prebióticos

Los prebióticos son carbohidratos de cadena larga que aporta energía a los microorganismos benéficos o probióticos con el fin de mejorar la salud de un organismo ya que pueden prevenir la unión de microorganismos patógenos a las células epiteliales debido a que actúan como modulador en el sistema inmune del animal y como controlador de la inflamación, además, las principales fuentes de estos compuestos son de origen vegetal como hongos comestibles y solo unos pocos de productos lácteos animales (Wee et al., 2022).

Aplicación

Chafarifarsani et al., (2020) recomienda una aplicación del 2% de prebiotico comercial Inulina Orafti® en la dieta de *O. mykiss* como metodo profilactico para mejorar la inmunidad

sérica y respuestas inmunes de las mucosas de la trucha arcoiris para la prevención de las enfermedades causadas por *A. hydrophila*. Por otro lado, Nurmalasari et al., (2022), evaluaron los efectos de la suplementación con quitoooligosacáridos (COS) en la dieta sobre el crecimiento, la inmunidad innata y la resistencia a enfermedades de la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentada con una dieta que contenía 0,4 %, 0,8 % y 1,2 % de COS durante 8 semanas. Los peces exhibieron una disminución significativa en la mortalidad acumulada en peces alimentados con COS al 0,8% y al 1,2% cuando fueron desafiados con *Streptococcus iniae*. Además, los parámetros inmunitarios, incluida la actividad fagocitaria (PA), la actividad del estallido respiratorio (RB) y las actividades de la superóxido dismutasa (SOD) de la lisozima sérica y del riñón de la cabeza, así como la expresión de TNF- α , IL-1 β e IL-8, se revelaron en pescado suplementado con COS al 0,8% y al 1,2%.

Por otro lado, Li et al., (2018), evaluaron el efecto de la inulina junto con oligosacáridos de manano a diferentes dosis (2.5, 5 y 10 mg/g) en dietas aplicadas al *L. vannamei* con el propósito de conocer la expresión de genes relacionados con el sistema inmune y la resistencia al WSSV junto con *V. alginolyticus*, para lograr tal propósito alimentaron a los organismos durante 28 días, posterior a esto se expusieron a los patógenos. No obstante, los resultados demuestran que la dosis de 5 mg/g presentó un mejor crecimiento en la expresión de genes relacionados con el sistema inmune y la mortalidad (20%) acumulada de los camarones alimentados con prebióticos fue significativamente menor, como se presenta a continuación.

En cuanto al camarón blanco (*L. vannamei*), Fuandila et al., (2019), aplicaron miel prebiótica para conocer la respuesta inmune del organismo contra el patógeno *V. parahaemolyticus*, para ello aplicaron cinco tratamientos por triplicado donde se añadió miel a la dieta de camarones con un peso promedio de 0.4 ± 0.11 g a niveles de 0,0 (control), 0,25%, 0,5%, 0,75% y 1 % esto durante 70 días. Después de la prueba de alimentación 10 camarones de cada acuario fueron desafiados con *V. parahaemolyticus* inyectando por vía intramuscular 100 μ L con una concentración de 10^6 UFC/ml. Los resultados dan a conocer que

el camarón blanco del Pacífico alimentado con 0,75% de miel mostró la mayor supervivencia después de la infección bacteriana (73,33%), mientras que la menor supervivencia se encontró en el tratamiento de control (43,33%).

Ácidos Orgánicos

Los ácidos orgánicos suelen ser ácidos grasos de corta (C1-C7), ácidos grasos volátiles y ácidos carboxílicos débiles con uno o más grupos carboxilo en su estructura. Cada vez se tiende más a utilizar estos productos en los piensos comerciales para organismos acuáticos con el fin de combatir enfermedades y mejorar el crecimiento, ya que se ha informado sobre las mejoras en el crecimiento, el uso de alimento y la resistencia a enfermedades. Por lo tanto, los ácidos orgánicos inhiben el crecimiento microbiano y la absorción de patógenos y sus metabolitos, ya que reducen el pH gastrointestinal, lo que permite la reducción en el crecimiento de bacterias gramnegativas patógenas (He et al., 2017).

Aplicación

Libanori et al., (2021), evaluó el efecto de la suplementación dietética con ácido benzoico orgánico a diferentes concentraciones en juveniles de tilapia del Nilo (*O. niloticus*) desafiados con *Streptococcus agalactiae*, el cual recomienda esparcir 0,1% del ácido sobre el alimento ya que según los resultados que obtuvieron en su estudio, demuestran que a esta concentración los peces presentaron una mejor supervivencia (59%) después de la exposición a *S. agalactiae*, además mostraron niveles elevados de hemoglobina ($9,31 \pm 1,14$), leucocitos ($3,45 \pm 0,48$) y linfocitos ($285,00 \pm 40,90$) en relación a los demás tratamientos.

Por otro lado, la aplicación de 50, 100 y 200 mg/kg de ácido elágico sobre el alimento en juveniles de truchas arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) demostraron un incremento en el recuento de glóbulos rojos y la concentración de hemoglobina, además, ayudo a la estimulación de parámetros inmunológicos como el superóxido dismutasa, catalasa y el peróxido de glutatión esto a pesar de que los organismos estaban infectados con *Yersinia ruckeri* causante de la

enfermedad de la boca roja. No obstante, la aplicación del ácido elágico es útil como método profiláctico y esto se vio reflejado en la supervivencia del 100% que presentaron los peces tratados (Yonar S. M., 2019).

Su et al., (2014) evaluaron el efecto del ácido cítrico en la dieta del camarón blanco (*L. vannamei*) sobre la actividad de las enzimas digestivas y la resistencia a *V. alginolyticus*, para ello los camarones con un peso corporal inicial de $5,57 \pm 0,21$ g fueron alimentados con una dieta basal suplementada con 0,0 g kg⁻¹ (control), 1,0, 2,0, 3,0, 4,0 y 5,0 g kg⁻¹ de ácido cítrico. Los resultados mostraron que la actividad de la proteasa intestinal de los camarones alimentados con 2,0 g kg⁻¹ de ácido cítrico fue significativamente mayor ($P < 0,05$) que la del grupo de control, además, las actividades de la fenoloxidasa sérica, la superóxido dismutasa y la lisozima en el grupo de 2,0 y 3,0 g kg⁻¹ de ácido cítrico fueron significativamente mayores, y la mortalidad acumulada de los dos grupos al cuarto día después de la inyección de *Vibrio alginolyticus* fue significativamente menor que la del grupo de control ($p < 0,05$).

Inmunoestimulantes

Los inmunoestimulantes son de gran interés en el cuidado de la salud de los organismos acuáticos, ya que se define como un producto natural que estimula el sistema inmunológico al incrementar la resistencia del huésped contra enfermedades relacionadas principalmente con patógenos (Gutiérrez, 2021). No obstante, (Wang et al., 2016), mencionan que la implementación de este elemento puede incrementar la fagocitosis de patógenos al activar las células fagocíticas en la hemolinfa, aumenta las propiedades antibacterianas y antisépticas de la hemolinfa, activa el sistema de profenoloxidasa y mediar en el reconocimiento de señales fagocíticas de los crustáceos. Mientras que en peces incrementa la capacidad fagocítica de los neutrófilos y los linfocitos, estimulan la secreción de citoquinas de los linfocitos, coordinan la inmunidad celular y humoral el cual provoca respuestas de anticuerpos.

La gran aceptación de estos productos como métodos de prevención contra las enfermedades en la cría de organismos acuáticos ha incentivado a la búsqueda de varias fuentes

de tipo natural que presenten sustancias con potencial inmunomodulador. No obstante, los principales inmunoestimulantes utilizados en acuicultura son los siguientes: polisacáridos, nutrientes, oligosacáridos, hierbas, péptidos antibacterianos y microorganismos (Wang et al., 2016).

Aplicación de inmunoestimulantes

Dentro de los principales inmunoestimulantes más utilizados se encuentran los β -glucanos debido al papel importante que juegan en la activación de la inmunidad innata ya adquirida, el cual el 0,5 g/kg de β -glucano aplicado a la dieta de *O. niloticus* ayudo a mejorar el nivel de protección y disminución de la tasa de mortalidad durante el desafío con *A. hydrophila* ya que mejoró significativamente la inmunidad de los peces (Sherif & Mahfouz, 2019). Por otro lado, en base a los resultados de (Ji et al., 2017), la dieta con β -glucano al 0,1% y 0,2% son beneficiosas para aumentar crecimiento en trucha arcoíris (*O. mykiss*) y mejora de la resistencia contra *A. salmonicida*. Además, el β -glucano puede desempeñar un papel fundamental en la regulación del estrés e inmune relacionado con factores en el arcoíris trucha, haciendo eso más eficaz en la contra la infección bacteriana.

Otro claro ejemplo es la aplicación de plantas herbáceas como la *Curcuma longa* en organismos acuáticos ha tenido buenos resultados debido a que (Yonar et al., 2019) menciona que la sustancia curcuminoide presenta una amplia gama de propiedades medicinales ya que en su estudio da a conocer que la inmunidad, el estado antioxidante y la resistencia de *O. mykiss* frente a *A. salminicda* fue mayor en organismos alimentados con 2% de cúrcuma. Así mismo, Mahmoud et al., (2017), recomiendan aplicar 50 mg/kg de cúrcuma en la alimentación de *O. niloticus* para mejorar la resistencia inmunológica frente a enfermedades causadas por *A. hydrophila*. Por otro lado, la aplicación de *C. longa* en *L. vannamei* mejoran la actividad de las enzimas amilasa, proteasa y lipasa intestinal, además, disminuye la presencia de bacterias del género *Vibrio spp* en el intestino del animal, el cual se lo considera un excelente inmunoestimulador Moghadam et al., (2022).

Por otro lado, Foysal et al., (2019), demostraron que el uso de ajo (0,5 y 1,0 g de ajo por 100 g de alimento comercial) durante 14 días en tilapia (*Oreochromis niloticus*) infectada con *Streptococcus iniae*. Los resultados revelaron mejores tasas de supervivencia de los peces contra la infección, además la inmunoestimulación observada por el perfil de expresión génica de las citocinas intestinales y la modulación de la estructura microbiana intestinal. El índice de diversidad bacteriana aumentó, específicamente la abundancia de los filos Proteobacteria y Tenericutes. Además, (Pazir & Akbarpour, 2016), recomienda la utilización de 2% de polvo de ajo sobre la dieta del camarón blanco (*L. vannamei*) ya que los resultados que obtuvieron demostraron que el recuento total de hemocito y la proteína plasmática total (TPP) de los organismos tratados e infectados.

Tabla 6. Inmunoestimulantes; Dosis recomendada sobre los patógenos o enfermedad.

ESPECIE	INMUNOESTIMULANTES	DOSIS	PATÓGENO O ENFERMEDA	REFERENCIA
<i>O. NILOTICUS</i>	Polvo de <i>Aloe vera</i>	4%/kg de alimento	<i>Streptococcus iniae</i>	Gabriel et al., (2015)
<i>O. NILOTICUS</i>	Espirulina	1%/kg de alimento	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	(Mahmoud, El-Lamie, Kilany, & Dessouki, 2018)
<i>O. MYKISS</i>	Aceite de orégano (<i>Origanum onite</i>)	3 mL/kg de alimento	<i>Lactococcus garviear</i>	(Diler, Gormez, Diler, & Metin, 2016)
<i>O. MYKISS</i>	Extracto de hojas de jacinto de agua (<i>E. crassipe</i>)	1%/kg de alimento	<i>Streptococcus iniae</i>	(Rucfchaei, Mirvaghefi, Hoseinifar, 2018)
<i>O. MYKISS</i>	Extracto de hoja de olivo (<i>Olea europea</i>)	0,1%/kg de alimento	<i>Yersinia ruckeri</i>	(Baba, Acar, Yilmaz, Zemheri, & Ergun, 2018)
<i>L. VANNAMEI</i>	Fucoidan	6 mg/L y 10 mg/L	<i>V. alginolyticus</i> y WSSV	(Chen, Kitikiew, Yeh, Chu, & Jiann., 2016)
<i>L. VANNAMEI</i>	Argovit	1000 µg/g de alimento	WSSV	(Romo et al., 2020)
<i>L. VANNAMEI</i>	Aceite de coco (<i>C. nucifera</i>)	2.5-5.0%/ kg de alimento	WSSV	(Hernández et al., 2022)

Fuente: Elaborado por el autor

CONCLUSIONES

- Ante esta problemática, el presente estudio determina las principales medidas terapéuticas y profilácticas que ayuden a tener un cultivo sano, estas son medias alternativas para prevenir y tratar algunas enfermedades dejando a un lado ciertos antibióticos fuertes. En esta investigación, por lo tanto, se describe la utilización de probióticos, prebióticos, ácidos orgánicos e inmunoestimulantes que han sido usados en diferentes granjas con el fin de controlar las diferentes patologías que se puedan presentar. Mientras que las medidas terapéuticas están en consonancia con el uso de antibióticos, oxitetraciclina y florfenicol para tratar la enfermedad presente.
- Se concluye también que los diferentes estudios descritos en esta investigación han aplicado tanto medidas terapéuticas y profilácticas en peces como en camarones logrando obtener efectos positivos para el tratamiento de patologías y para prevenirlas. Además, que con las medidas profilácticas fortalece la inmunidad de los animales en producción con el fin de lograr cultivos mucho más sostenibles y que sean amigables con el medio.

BIBLIOGRAFÍA

- Abdelhamed, H., Ozdemir, O., Waldbieser, G., Perkins, A. D., Lawrence, M. L., & Karsi, A. (2019). Effects of florfenicol feeding on diversity and composition of the intestinal microbiota of channel catfish (*Ictalurus punctatus*). *Aquaculture Research*, 50(12), 3663-3672. Retrieved from <https://doi.org/10.1111/are.14325>
- Adel, M., El-Sayed, A. M., Yeganeh, S., Dadar, M., & Sankar, G. S. (2017). Effect of Potential Probiotic *Lactococcus lactis* Subsp. *lactis* on Growth Performance, Intestinal Microbiota, Digestive Enzyme Activities, and Disease Resistance of *Litopenaeus vannamei*. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, 9, 150-156. doi:10.1007/s12602-016-9235-9
- Baba, E., Acar, U., Yilmaz, S., Zemheri, F., & Ergun, S. (2018). Dietary olive leaf (*Olea europea* L.) extract alters some immune gene expression levels and disease resistance to *Yersinia ruckeri* infection in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Fish & Shellfish Immunology*, 2018(79), 28-33. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2018.04.063>
- Balbuena, R. E. (2011). Manual Básico de Sanidad Piscícola. Retrieved from FAO: <https://www.fao.org/3/as830s/as830s.pdf>
- Buyukekiz, A. G., Altun, S., Saticioglu, I. B., Duman, M., Markussen, T., & Rimstad, E. (2017). Infectious pancreatic necrosis virus (IPNV) serotype Sp is prevalent in Turkish rainbow trout farms. *Journal of Fish Diseases*, 41(1), 95-104. doi:10.1111/jfd.12675
- Calboli, F. C., Koskinen, H., Nousianen, A., Fraslin, C., Houston, R. D., & Kaune, A. (2022). Conserved QTL and chromosomal inversion affect resistance to columnaris disease in 2 rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) populations. *Genes/Genomes/Genetics*, 12(8), 1-14. Retrieved from <https://doi.org/10.1093/g3journal/jkac137>

- Cámara Nacional de Acuacultura . (2022). *Camarón – Reporte de Exportaciones Ecuatorianas Totales*. Retrieved from CNA: <https://www.cna-ecuador.com/estadisticas/>
- Chafarifarsani, H., Chasem, R., Bagheri, T., Hossein, H. S., & Van, D. H. (2020). Study on growth enhancement and the protective effects of dietary prebiotic inulin on immunity responses of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fry infected with *Aeromonas hydrophila*. *Annals of Animal Science*, 21(2). Retrieved from <https://doi.org/10.2478/aoas-2020-0074>
- Chen, Y. C., Kitikiew, S., Yeh, S. T., Chu, C., & Jiann. (2016). White shrimp *Litopenaeus vannamei* that have received fucoidan exhibit a defense against *Vibrio alginolyticus* and WSSV despite their recovery of immune parameters to background levels. *Fish & Shellfish Immunology*, 59, 414-426. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2016.10.050>
- Dashtiannasab, A. (2020). Chapter 32 - White Spot Syndrome Virus. In E. M. Mustapha, *Emerging and Reemerging Viral Pathogens* (pp. 717-728). Academic Press. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819400-3.00032-6>
- Dawood, M. A., & Koshiob, S. (2016). Recent advances in the role of probiotics and prebiotics in carp aquaculture: A review. *Aquaculture*, 454(1), 243-251. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.12.033>
- Dawood, M. A., Koshio, S., Abdel, D. M., & Van, D. H. (2018). Probiotic application for sustainable aquaculture. *Reviews in Aquaculture*, 11(3), 907-924. Retrieved from <https://doi.org/10.1111/raq.12272>
- Diler, O., Gormez, O., Diler, I., & Metin, S. (2016). Effect of oregano (*Origanum onites L.*) essential oil on growth, lysozyme and antioxidant activity and resistance against *Lactococcus garvieae* in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Aquaculture Nutrition*, 23(4), 844-851. Retrieved from <https://doi.org/10.1111/anu.12451>

- Elgendy, Mamdouh. Y; Sherif, Ahmed. H; Kenawy, Amany. M; Abdelsalam, Mohamed.; (2022). Phenotypic and molecular characterization of the causative agents of edwardsiellosis causing Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) summer mortalities. *Microbial Pathogenesis*, 169, 105620. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2022.105620>
- El-Saadony, M. T., Alagawany, M., Patra, A., Kar, I., Tiwari, R., Dawud, M. A., . . . Abdel, L. H. (2021). The functionality of probiotics in aquaculture: An overview. *Fish & Shellfish Immunology*, 117, 36-52. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2021.07.007>
- Foysal, M. J., Alam, M., Momtaz, F., Chaklader, M. R., Siddik, M. A., Cole, A., . . . Rahman, M. M. (2019). Dietary supplementation of garlic (*Allium sativum*) modulates gut microbiota and health status of tilapia (*Oreochromis niloticus*) against *Streptococcus iniae* infection. *Aquaculture Research*, 50(8), 2107-2116. Retrieved from <https://doi.org/10.1111/are.14088>
- Fuandila, N. N., Widanarni, W., & Yuhana, M. (2019). Growth performance and immune response of prebiotic honey fed pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* to *Vibrio parahaemolyticus* infection. *Journal of Applied Aquaculture*, 32(3), 221-235. Retrieved from <https://doi.org/10.1080/10454438.2019.1615593>
- Gabriel, N. N., Qiang, J., He, J., Ma, X. Y., Kpundeh, M. D., & Xu, P. (2015). Dietary Aloe vera supplementation on growth performance, some haemato-biochemical parameters and disease resistance against *Streptococcus iniae* in tilapia (GIFT). *Fish Shellfish Immunology*, 44(2), 504-14. doi:10.1016/j.fsi.2015.03.002
- Gutiérrez, F. A. (2021). Nuevas Cepas Probióticas Para Acuicultura. (*Tesis Doctoral*). Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Gran Canaria, España. Retrieved from <https://accedacris.ulpgc.es/bitstream/10553/107929/1/Tesis%20Ana%20Isabel%20Guti%C3%A9rrez%20Falc%C3%B3n%20sin%20firmas.pdf>

- He, W., Rahimnejad, S., Wang, L., Song, K., Lu, K., & Zhang, C. (2017). Effects of organic acids and essential oils blend on growth, gut microbiota, immune response and disease resistance of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) against *Vibrio parahaemolyticus*. *Fish & Shellfish Immunology*, 70, 164-173. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2017.09.007>
- Hernández, S. P., Timaná, M. M., Robles, R. M., Peraza, G. V., Ascencio, F., & Jiménez, R. E. (2022). Increase in the survival of whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*) infected with white spot virus and fed a diet supplemented with coconut (*Cocos nucifera*) oil. *Abanico Veterinario.*, 12, 1-21. Retrieved from <https://doi.org/10.21929/abavet2022.2>
- Hoang, D. L., Trung, N. N., Hoang, O. D., Trung, T. T., & Hoang, H. C. (2022). Isolation and evaluation the effect of *Bacillus subtilis* BLD01 strain on the survival rates and gut microbiota of *Penaeus vannamei* after challenge with *Vibrio parahaemolyticus*. *Vietnam Journal of Biotechnology*, 20(3), 505-516. Retrieved from <https://doi.org/10.15625/1811-4989/16373>
- Hooshyar, Y., Abedian, K. A., Paknejad, H., & Gandomi, H. (2020). Effects of *Lactobacillus rhamnosus* ATCC 7469 on Different Parameters Related to Health Status of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) and the Protection Against *Yersinia ruckeri*. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, 12, 1370-1384. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s12602-020-09645-8>
- Jarau, M., MacInnes, J. I., & Lumsden, J. S. (2018). Erythromycin and florfenicol treatment of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum) experimentally infected with *Flavobacterium psychrophilum*. *Journal of Fish Diseases*, 42(4), 325-334. Retrieved from <https://doi.org/10.1111/jfd.12944>
- Ji, L., Sun, G., Li, J., Wang, Y., Du, Y., Li, X., & Liu, Y. (2021). Effect of dietary β -glucan on growth, survival and regulation of immune processes in rainbow trout (*Oncorhynchus*

- mykiss*) infected by *Aeromonas salmonicida*. *Fish Shellfish Immunol*, 64, 56-67.
doi:10.1016/j.fsi.2017.03.015
- Le, B., Kim, D. G., Ngoc, P. N., Hue, L. N., & Hwan, Y. S. (2022). Dietary supplementation with *Pediococcus pentosaceus* enhances the innate immune response in and promotes growth of *Litopenaeus vannamei* shrimp. *Journal of Fish Diseases*, 45(9), 1343-1354.
Retrieved from <https://doi.org/10.1111/jfd.13666>
- Leal, E., Camino, O. M., Soleto, I., Zarsa, C., McGurk, C., & Tafalla, C. (2019). Functional nutrition modulates the early immune response against viral haemorrhagic septicaemia virus (VHSV) in rainbow trout. *Fish & Shellfish Immunology*, 94, 769-779. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2019.09.070>
- Leal, J. F., Santos, E. B., & Esteves, V. I. (2018). Oxytetracycline in intensive aquaculture: water quality during and after its administration, environmental fate, toxicity and bacterial resistance. *Reviews in Aquaculture*, 11(4), 1-19. Retrieved from <https://doi.org/10.1111/raq.12286>
- Lema, B., Natarajan, P., Prabadevi, L., & Workagegn, K. B. (2021). *Aeromonas* Septicemia Infection in Cultured Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L. *Journal of Aquaculture Research & Development.*, 12(3), 1-5. doi:https://www.walshmedicalmedia.com/open-access/aeromonas-septicemia-infection-in-cultured-nile-tilapia-oreochromis-niloticus-l.pdf?fbclid=IwAR3grOTeG14OX_2dUic2rcZKNezDCYfaANyL11j-mCatLvEiofzA9Go4RdI
- Li, Y., Liu, H., Dai, X., Li, J., & Ding, F. (2018). Effects of dietary inulin and mannan oligosaccharide on immune related genes expression and disease resistance of Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Fish & Shellfish Immunology*, 76, 78-92.
Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2018.02.034>
- Liao, Q., Zhen, Y., Qin, Y., Jiang, Q., Lan, T., Huang, L., & Hong, S. P. (2021). Effects of dietary *Metschnikowia* sp. GXUS03 on growth, immunity, gut microbiota and

- Streptococcus agalactiae resistance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture Research*, 53(5), 1918-1927. Retrieved from <https://doi.org/10.1111/are.15720>
- Libanori, M. C. (2021). Efeitos da suplementação dietética de diferentes concentrações do ácido orgânico benzoico na alimentação de tilápia-do-nilo e desafiadas com *Streptococcus agalactiae*. (Tesis de grado). Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, Brasil. Retrieved from <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/229167>
- López, T. N., Corbalá, B. J., Bustamante, U. M., Silva, L. L., Vidal, M. V., & Rodríguez, C. R. (2019). History, impact, and status of infectious diseases of the Pacific white shrimp *Penaeus vannamei* (Bonne, 1831) cultivated in Mexico. *World Aquaculture Society*, 22, 1-13. doi:10.1111/jwas.12662
- Mahmoud, H. K., Al-Sagheer, A. A., Redab, F., Mahgoub, S., & Ayyat, M. S. (2017). Dietary curcumin supplement influence on growth, immunity, antioxidant status, and resistance to *Aeromonas hydrophila* in *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*, 475(1), 16-23. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.03.043>
- Mahmoud, M. M., El-Lamie, M. M., Kilany, O. E., & Dessouki, A. A. (2018). Spirulina (*Arthrospira platensis*) supplementation improves growth performance, feed utilization, immune response, and relieves oxidative stress in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) challenged with *Pseudomonas fluorescens*. *Fish & Shellfish Immunology*, 72, 291-300. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2017.11.006>
- Mangea, C. M. (2015). Comparación de técnicas de Diagnóstico de Francisella sp. en muestras de tilapia (*Oreochromis* sp.). (Tesis de grado). Universidad Autónoma del estado de México., Piedras Blancas, México. Retrieved from <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/58797/MCARN-GMC-05-15.pdf?sequence=1>

- Marriott, G. F. (2003, Junio). Analisis del Sector Camaronero . Retrieved from Apunte de Economía Dirección General de Estudios : <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/Apuntes/ae29.pdf>
- Martínez, C. L., Gollas, G. T., Gribay, V. E., Valenzuela, G. M., Porchas, C. M., Sánchez, P. A., & Mendoza, C. F. (2016). Physiological and immune response of *Litopenaeus vannamei* undergoing the acute phase of the necrotizing hepatopancreatitis disease and after being treated with oxytetracycline and FF. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 44(3), 535-545. doi:10.3856/vol44-issue3-fulltext-12
- Martínez, C. P., Ibáñez, A. L., Monroy, H. O., & Ramírez, S. H. (2012). Use of Probiotics in Aquaculture. *International Scholarly Research Notices*, 2012, 1-13. Retrieved from <https://doi.org/10.5402/2012/916845>
- Melena, J., Echeverría, F., Panchana, F., Betancourt, I., Santander, R., Candell, J., & Bonmai, J. R. (2015). Delayed mortality of juvenile shrimp *Penaeus vannamei* challenged to White spot syndrome virus (WSSV) previously exposed to Infectious hypodermal and haematopietic necrosis virus (IHHNV) or inactivated WSSV. *Braz J Vet Pathol*, 8(2), 51-57. Retrieved from http://www.cenaim.espol.edu.ec/sites/cenaim.espol.edu.ec/files/Melena_0.pdf
- Moghadam, H., Sourinejad, I., & Ali, J. S. (2022). Digestive enzyme activities, intestinal histology, and gut microbiota of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* fed with turmeric, curcumin, and *nanomicelle curcumin*. *Future of Aquaculture Nutrition and Feed Research*, 22, 1-16. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s10499-022-00962-z>
- Nasr, E. S., Nabil, A. A., Attia, S. M., M, M. A., & Sayed, A. M. (2021). A review article on nanotechnology in aquaculture sustainability as a novel tool in fish disease control. *Aquaculture International*, 29, 1459-1480. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s10499-021-00677-7>

- Nurmalasari, Liu, C. H., Maftuch, I. M., & Hu, S. Y. (2022). Dietary Supplementation with Prebiotic Chitooligosaccharides Enhances the Growth Performance, Innate Immunity and Disease Resistance of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Probiotics and Prebiotics in Fish Nutrition and Immunity*, 7(6), 313. Retrieved from <https://doi.org/10.3390/fishes7060313>
- Orellana, D. G. (2017). Diagnóstico e Incidencia de Enfermedades Bacterianas y Parasitarias que Afectan el Cultivo de Camarón Marino en Estanques del Sector El Zompopero y Salinas del Potrero,. (Tesis de grado). Escuela Especializada en Ingeniería ITCA.FEPADE, La Libertad, El Salvador. Retrieved from <https://core.ac.uk/download/pdf/144474007.pdf>
- Orellana, D. G., & Castro, M. J. (2016, Enero). Diagnóstico del impacto generado por la mortalidad en el cultivo de camarón marino en granjas del sector el Zompopero, San Hilario, municipio de Jiquilisco, departamento de Usulután. . Retrieved from Redicces: <http://www.redicces.org.sv/jspui/bitstream/10972/2907/1/2016%20LAU%20mortalidad%20camaron.pdf>
- Ovando, S. M., Velázquez, V. E., Penagos, G. F., & Velázquez, L. A. (2022). La Necrosis Hepatopancreatitis Aguda que afecta al cultivo de camarones peneidos en México. *Revista de Divulgación Científica y Cultural - Multidisciplinaria*, 10(28), 136-148. Retrieved from <https://doi.org/10.31644/IMASD.28.2021.a07>
- Parmar, P. V., Yusufzai, S. I., Parmar, H. V., Nanjiyani, R. P., & Chavda, V. M. (2018). Therapeutic potentiality of florfenicol against vibriosis in *Litopenaeus vannamei*. . *Journal of Entomology and Zoology Studies*. , 6(5), 463-467. doi:10.13140/RG.2.2.33420.97927
- Pazir, M. K., & Akbarpour, E. (2016). Effect of garlic powder (*Allium sativum*) on immune responses of *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). *Journal of Biosafety*, 9(1), 9-19. Retrieved from <http://journalofbiosafety.ir/article-1-126-en.html>

- Ramírez, M., Domínguez, B. C., Salazar, L., Deut, A., Vizuete, K., Sonnenholzner, S., . . . Rodríguez, J. (2022). The probiotics *Vibrio diabolicus* (Ili), *Vibrio hepatarius* (P62), and *Bacillus cereus* sensu stricto (P64) colonize internal and external surfaces of *Penaeus vannamei* shrimp larvae and protect it against *Vibrio parahaemolyticus*. *Acuicultura*, 549(25), 737826. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.737826>
- Redrován, H. K. (2017). Medidas terapéuticas para el control de vibriosis en el cultivo de camarón blanco *Litopenaeus vannamei*. (Tesis de pregrado). Utmach, Machala, Ecuador. Retrieved from http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/11355/1/DE00017_EXAMENCOMPLEXIVO.pdf
- Romo, Q. C., Álvarez, S. A., Álvarez, R. P., Chávez, S. M., Bogdanchikova, N., Pestryakov, A., & Mejia, R. C. (2020). Evaluation of a new Argovit as an antiviral agent included in feed to protect the shrimp *Litopenaeus vannamei* against White Spot Syndrome Virus infection. *Aquatic Biology*, 20, 1-22. Retrieved from <https://doi.org/10.7717/peerj.8446>
- Roy, A., Jawahar, N. M., Singha, J., Julinta, R. B., & Boda, S. (2019). Effects of Oral Oxytetracycline-Therapy on Wound Progression and Healing Following *Aeromonas caviae* Infection in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 62, 1-17. doi:10.1590/1678-4324-2019180766
- Rucfchaei, R., Mirvaghefi, A., Hoseinifar, S. H., Valipour, A., & Nedaei, S. (2020). Effects of dietary administration of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) leaves extracts on innate immune parameters, antioxidant defence and disease resistance in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 515, 734533. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.734533>

- Saavedra, M. M. (2006, Julio 31). Manejo del cultivo de Tilapia. . Retrieved from Usaid:
<https://www.crc.uri.edu/download/MANEJO-DEL-CULTIVO-DE-TILAPIA-CIDEA.pdf>
- Schmidt, J. G., Henriksen, N. H., & Olesem, N. J. (2021). Antibiotic treatment alleviates red mark syndrome symptoms in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and reduces load of Midichloria-like organism. *Aquaculture*, *532*, 736008. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.736008>
- Seethalakshmi, P., Rajeev, R., Seghal, K. G., & Joseph., S. (2021). Shrimp disease management for sustainable aquaculture: innovations from nanotechnology and biotechnology. *Aquaculture International*, *29*(4), 1591-1620. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s10499-021-00698-2>
- Sharifuzzaman, S. M., Rahman, H., Austin, D. A., & Austin, B. (2018). Properties of Probiotics Kocuria SM1 and Rhodococcus SM2 Isolated from Fish Guts. *Probiotics and Antimicrobial Proteins* volume, *10*, 534-542. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s12602-017-9290-x>
- Sherif, A. H., & Mahfouz, M. E. (2019). Immune status of *Oreochromis niloticus* experimentally infected with *Aeromonas hydrophila* following feeding with 1, 3 β -glucan and levamisole immunostimulants. *Aquaculture*, *509*, 40-46. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.05.016>
- Sierralta, V., León, J., De Blas, I., Bastardo, A., Romalde, J. L., Castro, T., & Mateo, E. (2013). Patología e identificación de *Yersinia ruckeri* en trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en piscigranjas Junín de, Perú. *Revista AquaTIC*(38), 28-45. Retrieved from <https://www.redalyc.org/pdf/494/49428034004.pdf>
- Sivasankar, P., Riji, J. K., Rosalind, G. M., Anushalini, S., Kaviarasu, D., & Petchimuthu, M. (2017). Prophylactics in shrimp aquaculture health management: A review. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, *5*(4), 1049-1055.

- Soto, E., Kidd, S., Gaunt, P. S., & Endris, R. (2013). Efficacy of florfenicol for control of mortality associated with *F. rancisella noatunensis* subsp. *orientalis* in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). *Journal of fish diseases.*, 36(4), 411-418. Retrieved from <https://doi.org/10.1111/j.1365-2761.2012.01425.x>
- Srisapoome, P., & Areechon, N. (2017). Efficacy of viable *Bacillus pumilus* isolated from farmed fish on immune responses and increased disease resistance in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*): Laboratory and on-farm trials. *Fish Shellfish Immunol*, 67, 199-210. doi:10.1016/j.fsi.2017.06.018
- Starliper, C. E. (2011). Enfermedad bacteriana de agua fría de los peces causada por *Flavobacterium psychrophilum*. *Journal of Advanced Research*, 2(2), 97-108. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.jare.2010.04.001>
- Su, X., Li, X., Leng, X., Tan, C., Liu, B., Chai, X., & Guo, T. (2014). The improvement of growth, digestive enzyme activity and disease resistance of white shrimp by the dietary citric acid. *Aquaculture International*, 22, 1823–1835. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s10499-014-9785-3>
- Tattiyapong, P., Dachavichitlead, W., & Surachetpong, W. (2017). Experimental infection of Tilapia Lake Virus (TiLV) in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and red tilapia (*Oreochromis spp.*). *Veterinary Microbiology*, 207, 170-177. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2017.06.014>
- Throngnumchai, B., Jitrakorn, S., Sangsuriya, P. U., Khunrae, P., Dong, H. T., & Rattanarojpong, T. (2021). Refolded recombinant major capsid protein (MCP) from Infectious Spleen and Kidney Necrosis Virus (ISKNV) effectively stimulates serum specific antibody and immune related genes response in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Proteína Expr Purif*, 184, 105876. Retrieved from 10.1016/j.pep.2021.105876.

- Toledo, A., Castillo, N. M., Carrillo, O., & Arenal, A. (2018). Probióticos: una realidad en el cultivo de camarones. Artículo de revisión. *Revista de Producción Animal*, 30(2), 57-71. Retrieved from <http://scielo.sld.cu/pdf/rpa/v30n2/rpa09218.pdf>
- Torres, P., Eissler, Y., Tapia, D., Espinoza, J., & Kuznar, J. (2016). Genotipificación y relación hospedador-específica del virus de la necrosis pancreática infecciosa en Chile. *Revista Latin american journal of aquatic research.*, 44(4), 860-868. Retrieved from https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718560X2016000400023&script=sci_arttext
- Varela, A., & Choc, M. L. (2020). Técnicas diagnósticas para enfermedades bacterianas en. *Rev Inv Vet Perú*, 31(3), 18165. doi:10.15381/rivep.v31i3.18165
- Varela, M. A., & Alfaro, M. R. (2018). Revisión sobre aspectos farmacológicos a considerar para el uso de antibióticos en la camaronicultura. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú.*, 29(1), 1609-9117. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v29i1.14186>
- Vásquez, G. P. (2014). Maduración sexual de la trucha de San Pedro Mártir *Oncorhynchus mykiss nelsoni* evaluada mediante un método no invasivo. (Tesis de grado). CICESE, Baja California, México. Retrieved from <https://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1007/127/1/235961.pdf>
- Waiyamitra, P., Arif, Z. M., Saengtienchai, A., Luengnaruemitchai, A., Decamp, O., Gorgoglione, B., & Surachetpong, G. (2020). Probiotics Modulate Tilapia Resistance and Immune Response against Tilapia Lake Virus Infection. *Pathogens*, 9(11), 919. Retrieved from <https://doi.org/10.3390/pathogens9110919>
- Wang, W., Sun, J., Liu, C., & Xue, Z. (2016). Application of immunostimulants in aquaculture: current knowledge and future perspectives. *Aquaculture Research*, 48(1), 1-23. Retrieved from <https://doi.org/10.1111/are.13161>

- Wee, W., Abdul, H. N., Mat, K., Raja, K. R., Rusli, D. K., Mijanur, R. M., . . . Seong, W. L. (2022). The effects of mixed prebiotics in aquaculture: A review. *Aquaculture and Fisheries*, 25, 1-7. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.aaf.2022.02.005>
- Yonar, M. E., Yonar, S. M., Ispir, U., & Sener, u. M. (2019). Effects of curcumin on haematological values, immunity, antioxidant status and resistance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) against *Aeromonas salmonicida* subsp. *achromogenes*. *Fish Shellfish Immunol*, 83, 83-90. doi:10.1016/j.fsi.2019.03.038
- Yonar, S. M. (2019). Growth performance, haematological changes, immune response, antioxidant activity and disease resistance in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed diet supplemented with ellagic acid. *Fish & Shellfish Immunology*, 95(391-398). Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2019.10.056>
- Youngjin, P., Lee, S., Hong, J., Doyoung, K., Moniruzzaman, M., & Bai, S. C. (2016). Use of probiotics to enhance growth, stimulate immunity and confer disease resistance to *Aeromonas salmonicida* in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture Research*, 48(6), 2672-2682. Retrieved from <https://doi.org/10.1111/are.13099>