



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA

DETERMINACIÓN DE ALTERNATIVAS BIOLÓGICAS PARA EL
CONTROL DE ENFERMEDADES EN *LITOPENAEUS VANNAMEI*

DIAZ JUMBO VICENTE ALEXANDER
INGENIERO ACUÍCULTOR

MACHALA
2022



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA

DETERMINACIÓN DE ALTERNATIVAS BIOLÓGICAS PARA EL
CONTROL DE ENFERMEDADES EN *LITOPENAEUS VANNAMEI*

DIAZ JUMBO VICENTE ALEXANDER
INGENIERO ACUÍCULTOR

MACHALA
2022



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA

EXAMEN COMPLEXIVO

DETERMINACIÓN DE ALTERNATIVAS BIOLÓGICAS PARA EL CONTROL DE
ENFERMEDADES EN *LITOPENAEUS VANNAMEI*

DIAZ JUMBO VICENTE ALEXANDER
INGENIERO ACUÍCULTOR

RIVERA INTRIAGO LEONOR MARGARITA

MACHALA, 14 DE FEBRERO DE 2022

MACHALA
14 de febrero de 2022

DETERMINACION DE ALTERNATIVAS BIOLÓGICAS PARA EL CONTROL DE ENFERMEDADES EN CULTIVO DE CAMARON BLANCO LITOPENAEUS VANNAMEI

por Vicente Diaz

Fecha de entrega: 07-feb-2022 11:27a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1756937548

Nombre del archivo: TRABAJO_COMPLEXIVO_DEL_SR._DIAZ.docx (1.7M)

Total de palabras: 6285

Total de caracteres: 33927

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

El que suscribe, DIAZ JUMBO VICENTE ALEXANDER, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado Determinación de alternativas biológicas para el control de enfermedades en *Litopenaeus vannamei*, 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.

Machala, 14 de febrero de 2022


DIAZ JUMBO VICENTE ALEXANDER
0705670313

RESUMEN

El sector acuícola, considerado como uno de los sectores más importantes a nivel mundial, ya que, es una de las actividades que ayuda al crecimiento económico de un país y ciertamente se adapta a diferentes ambientes geográficos. A pesar de esto, existe un problema recurrente que ataca a los cultivos, y son las distintas patologías que aquejan a los organismos pertenecientes al área acuícola, los cuales en la mayoría de los casos al no ser tratados a tiempo, inciden en una tasa de mortalidad elevada, otra de las cosas que influyen de forma negativa es que los costos de producción aumenten provocando pérdidas económicas, tanto para quienes laboran en el área, como para los países donde la acuicultura prima como sector económico. Ante esto, el presente trabajo se enfoca en la revisión bibliográfica de las diferentes enfermedades que existen entorno al cultivo de camarón blanco *Litopenaeus vannamei*, así como también en buscar alternativas biológicas para su tratamiento, es por ello, que en la presente investigación se reflejarán alternativas donde intervienen los prebióticos, probióticos, extractos de plantas con actividad inmunoestimulante, ya sean fitobióticos o también ácidos orgánicos.

Palabras clave: Cultivos, *Litopenaeus vannamei*, Probióticos, Prebióticos, Patologías, Ácido Orgánico, fitobióticos.

SUMMARY

The aquaculture sector, considered as one of the most important sectors worldwide, is one of the activities that helps the economic growth of a country and certainly adapts to different geographical environments. In spite of this, there is a recurrent problem that attacks the crops, and these are the different pathologies that afflict the organisms belonging to the aquaculture area, which in most cases, when not treated in time, lead to a high mortality rate. Another negative influence is that the production costs increase causing economic losses, both for those who work in the area and for the countries where aquaculture is the most important economic sector. In view of this, the present work focuses on the bibliographic review of the different diseases that exist around the cultivation of white shrimp *Litopenaeus vannamei*, as well as on the search for biological alternatives for their treatment, which is why this research will reflect alternatives involving prebiotics, probiotics, plant extracts with immunostimulant activity, whether phytobiotics or organic acids.

Key words: Cultures, *Litopenaeus vannamei*, Probiotics, Prebiotics, Pathologies, Organic acid, phytobiotics.

ÍNDICE

RESUMEN	1
SUMMARY	2
1. INTRODUCCIÓN	5
2. ANTECEDENTES	6
3. DESARROLLO	7
3.1. ENFERMEDADES EN EL CULTIVO DE <i>LITOPENAEUS VANNAMEI</i>	7
3.2. TIPOS DE ENFERMEDADES	8
3.2.1. <i>Enfermedades virales</i>	8
3.2.1.1. Virus de la mancha blanca (WSSV).....	8
3.2.1.2. Virus de la cabeza amarilla (YHV)	9
3.2.1.3. Virus del síndrome del Taura (TSV).....	9
3.2.2. <i>Enfermedades bacterianas</i>	10
3.2.2.1. Vibriosis Sistémica.....	10
3.2.2.2. Pseudomonas	11
3.2.2.3. Quitinolítica del caparazón.....	12
3.3. CONTROL DE LAS ENFERMEDADES	12
3.4. CONTROL CON ANTIBIÓTICOS	13
3.4.1. <i>Beneficios y Desventajas del uso de antibióticos</i>	13
3.5. ALTERNATIVAS BIOLÓGICAS.....	14
3.5.1. <i>Probióticos</i>	14
3.5.2. <i>Prebióticos</i>	20
3.5.2.1. Manano oligosacárido	20
3.5.2.2. Polifenoles.....	20
3.5.3. <i>Ácidos orgánicos</i>	21
3.5.3.1. Ácido Fumárico.....	21
3.5.3.2. Ácido Cítrico	21
3.5.3.3. Otros ácidos orgánicos usados en camaronicultura.....	21
3.5.4. <i>Fitobióticos</i>	22
4. CONCLUSIÓN	25
5. BIBLIOGRAFÍA	26

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Listado de probióticos Gram positivos y Gram negativos, para camarón	15
Tabla 2. Probióticos utilizados para el camarón y principales efectos	17

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Virus de la mancha blanca en langostino	9
Ilustración 2. Camarón con lesiones rojo intenso sobre músculos y cola.	10
Ilustración 3. <i>Litopenaeus vannamei</i> con TSV.	11
Ilustración 4. Camarones con <i>pseudomonas</i> (Li et al., 2018).	12
Ilustración 5. Erupción bacteriana en el caparazón del camarón.	13

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, Ecuador se ha convertido en uno de los países donde el sector acuícola prima como actividad económica, la cual tienen una mayor demanda en exportaciones, sobre todo del camarón, ya que la calidad del producto es uno de los mejores a nivel mundial, esto favorece a la industrialización del sector, a la generación de divisas y sobre todo al crecimiento de exportaciones, lo que da como resultado mayores ingresos económicos para el país, así como también mayores oportunidades laborales.

A pesar de los grandes beneficios que trae consigo la producción del camarón, existen varios problemas que generalmente atacan a la producción, especialmente al *Litopenaeus vannamei*; patologías que afectan continuamente a los cultivos, mayormente causadas por cambios climáticos, desequilibrio ambiental y la falta de control sanitario. Investigaciones realizadas por especialistas denotan la importancia de realizar un estudio pertinente sobre el caso, con el fin de analizar y proponer soluciones viables para este sector (Peña, 2017).

Es por ello que, para plantear propuestas para reducir o controlar este tipo de situaciones, es pertinente identificar en primera instancia el patógeno causante y luego determinar los factores que inciden, de tal forma que se pueda recopilar la información necesaria y proceder a efectuar las debidas acciones correctivas y con la debida bioseguridad, para evitar que ciertas patologías se sigan propagando en la producción del *Litopenaeus vannamei*. Para consolidar lo dicho, se ha planteado el siguiente objetivo: Realizar una revisión bibliográfica y determinar alternativas biológicas para el control de enfermedades en el cultivo de camarón blanco *Litopenaeus vannamei*, desde su agente etiológico hasta las medidas profilácticas que son empleadas para combatir al agente causal.

2. ANTECEDENTES

Ecuador, es considerado como uno de los países más relevantes en el sector acuícola, ya que los productos son el reflejo del tiempo y experiencia invertido en el mismo. Si bien es cierto, el sector de la acuicultura se ha consolidado como uno de los pilares fundamentales para el movimiento económico del país, sobre todo porque el camarón, es parte de la historia y cultura del ecuatoriano. Sin embargo, durante años han habido enfermedades que atacan los cultivos, que han provocado relevantes pérdidas económicas, lo que ha llevado a la búsqueda de nuevas estrategias, en primera instancia para mejorar la calidad del producto, segundo para buscar alternativas que puedan proteger dichas especies y tercero, promover estrategias inteligentes para la comercialización del producto, en este caso se habla del *Litopenaeus vannamei*, como una de las especies con mayor demanda en el sector acuícola (Molés *et al.*, 2020).

Por otra parte, es imprescindible destacar que la existencia de patologías como, por ejemplo, el virus de la mancha blanca, de la cabeza amarilla y la vibriosis, durante años han sido las principales causas que han afectado el desarrollo normal del camarón blanco. Pero, gracias a los avances tecnológicos y las propiedades ambientales, se han podido establecer varias alternativas para su cuidado, siendo así las alternativas biológicas un refuerzo para su sistema inmunitario y también un protector contra organismos extraños que atacan el cultivo del camarón (Maia *et al.*, 2016).

3. DESARROLLO

El sector acuícola, específicamente el de producción de camarón, se ha convertido en la actividad que prevalece como actividad económica con mayores demandas, tanto a nivel nacional como internacional, especialmente del *Litopenaeus vannamei*, debido a la calidad del producto. A pesar de esto, es importante señalar que la producción del camarón se ha visto afectada por enfermedades que arriesgan su tiempo de vida, las mismas que, pueden estar presentes directa o indirectamente en el crecimiento, pudiendo ser por la exposición a las condiciones ambientales desfavorables y cambios morfológicos que les causan estrés, por el suelo, la calidad del agua, la alimentación animal, densidad de cultivo y demás factores que afectan a este tipo de cultivos (Galaviz *et al.*, 2016).

Con el fin de mitigar los efectos de las enfermedades en los cultivos, en un principio se utilizaba antimicrobianos, con un pensamiento erróneo, como lo era la prevención de enfermedades realizando aplicaciones exageradas, con el fin de minimizar las pérdidas económicas, lo que derivó en uso excesivo de estos productos en los sistemas de cultivo y esto a su vez en lo que ahora se conoce como resistencia microbiana, que la podemos definir como la capacidad de ciertas bacterias de subsistir a dosis de antimicrobianos que resultarían fatales para otras microorganismos (Li *et al.*, 2018). Se han creado regulaciones y bloqueos con el fin de tratar de contrarrestar el uso de antibióticos en las granjas acuícolas, como lo son sanciones, bloqueos y devoluciones de productos exportados en los se detecten residuos de antibióticos de uso restringido (Galaviz *et al.*, 2016).

No obstante, Nadella *et al.* (2021) mencionan en uno de sus artículos, que algunos antibióticos afectan de manera negativa a la industria camaronera ya que perjudica el desarrollo del cultivo, perturbando el crecimiento económico de los productores y a su vez entorpeciendo el desarrollo del sector acuícola ya que cada vez se hace más común encontrar bacterias resistentes a dosis de antibióticos que han sido usados de manera periódica, y de manera desmedida, por esto mismo se han creado controles para tratar de vigilar los tratamiento y dosis usadas en la camaronicultura

3.1. Enfermedades en el Cultivo de *Litopenaeus vannamei*

El *Litopenaeus vannamei*, más conocido como camarón blanco, es una de las especies más cotizadas a nivel mundial ya que se ha convertido en una de las salidas económicas para países como China, Ecuador, México, Tailandia, El Caribe, entre otras. Sin embargo, es uno de los

más propensos a enfermedades, ya que debido a su alimentación la cual generalmente es mixta, es decir, basada en dietas frescas y compuestas (Valverde & Varela, 2018).

Según investigaciones realizadas por do Nascimento *et al.* (2017) los cambios climáticos son uno de los principales factores que afectan el desarrollo normal del camarón blanco. Aquí intervienen los niveles de salinidad y la temperatura, como factores que inciden en su correcto crecimiento y desarrollo de supervivencia. Diagnosticar una enfermedad en este tipo de especies, es tener en cuenta que no basta sólo la sintomatología, sino también la calidad nutricional que se está llevando a cabo, así mismo el lugar donde se realiza la producción del conocido camarón blanco (Campa *et al.*, 2017).

En este sentido, Azuero *et al.* (2021) las empresas acuicultoras han sufrido desajustes productivos, desde sucesos epidémicos bacterianos, y virulentos, lo que ocasionó una elevada mortalidad en las camaroneras. Esto quiere decir que aparecieron algunas patologías, entre ellos, virus que dejaron huellas en la industria acuícola, ya que los niveles de mortalidad aumentaron al presentarse en los estanques, entre ellas conocidos están el virus de la mancha blanca (WSSV), virus de la cabeza amarilla (YHV), virus de Taura (TSV) entre otros.

3.2. Tipos de enfermedades

3.2.1. Enfermedades virales

3.2.1.1. *Virus de la mancha blanca (WSSV)*

El virus del síndrome de la mancha blanca, es una enfermedad infectocontagiosa que ataca principalmente al cultivo de *Litopenaeus vannamei*. Según Tenecota *et al.* (2018) es una enfermedad de transmisión horizontal y vertical, al ser horizontal generalmente se da por alteraciones causadas en la temperatura y particularmente del pH; mientras que, al ser vertical ataca el sistema reproductor. En este caso el primero, se da a causa del canibalismo entre las mismas especies y el segundo por transmisión sexual, ambos peligrosos.

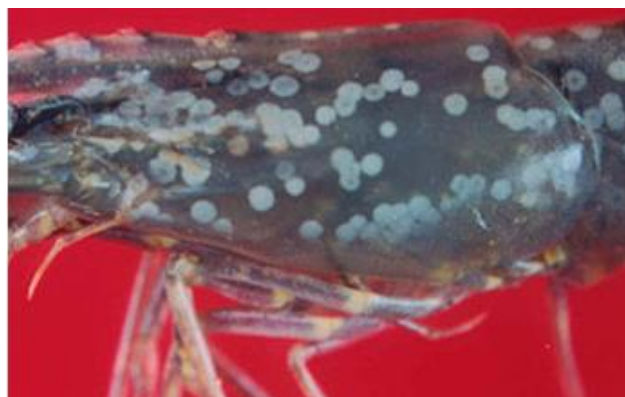


Ilustración 1. Virus de la mancha blanca en langostino

Fuente: (Gopalakrishnan, 2016)

Tal y como se muestra en la ilustración 1, esta enfermedad se manifiesta en las branquias y en la cutícula del *Litopenaeus vannamei* con un color café oscuro, especialmente cuando se encuentra padeciendo de estrés, es muy difícil su pronta recuperación ya que su estado se torna grave, dando lugar a otro tipo de enfermedades como por ejemplo “vibriosis sistémica” o las conocidas “astillas negras” (Tenecota *et al.*, 2018).

3.2.1.2. Virus de la cabeza amarilla (YHV)

El virus de la cabeza amarilla (YHV) perteneciente a la familia de los *Roniviridae*, es de transmisión horizontal, ya que se da a través de infección desde un *Litopenaeus vannamei* que haya tenido sus tejidos infectados hacia uno que no haya tenido dicha infección, es importante mencionar que, en la mayoría de los casos se da también por el simple hecho de habitar en el mismo estanque, sobre todo si son *Litopenaeus vannamei* silvestres que se insertan en cultivos comerciales (Varela & Peña, 2017).



Ilustración 2. Camarón con lesiones rojo intenso sobre músculos y cola.

Fuente: (Pinheiro, 2017)

Esta enfermedad ataca directamente el intestino, las branquias, los ganglios, tanto así que puede causar mortalidad en corto tiempo, de 3 a 5 días luego de su detección; para su transmisión también influyen factores ambientales (véase en la ilustración 2). A pesar de ser una de las enfermedades más peligrosas, no se ha logrado establecer un tratamiento eficaz que pueda ser aplicado ante la presencia de esta patología (Varela & Peña, 2017).

3.2.1.3. Virus del síndrome del Taura (TSV)

Esta enfermedad fue detectada por primera vez en Ecuador y luego la noticia de la existencia de esta enfermedad viral se dio a conocer a nivel mundial, ya que en 1990 fue uno de los virus

que provocó más de 1 millón de pérdidas económicas, sobre todo en Latinoamérica, región con grandes extensiones de cultivos camaroneros (Varela & Peña, 2017).



Ilustración 3. *Litopenaeus vannamei* con TSV.

Fuente: (Aguado *et al.*, 2008)

Los langostinos afectados mayoritariamente son del género *Litopenaeus vannamei* al encontrarse en su etapa juvenil, se presenta con un color rojo intenso en el cuerpo y la cola, así como también lesiones necróticas en el cefalotórax (véase en la ilustración 3). Una de las características que más llaman la atención, es que los síntomas no se reflejan externamente los 14 primeros días (aparentan estar saludables), pero al cabo de 40 días presentan una infección crónica y sin reparo, volviéndose anoréxicos, pero si el camarón sobrevive a la segunda fase, en la tercera sobrevivirá, pero quedarán secuelas especialmente en las cutículas (Félix, 2018).

3.2.2. Enfermedades bacterianas

3.2.2.1. Vibriosis Sistémica

Esta patología es conocida en algunas zonas de América Latina como “Síndrome de la Gaviota”, esto debido a que se puede observar la presencia de gaviotas en los alrededores del estanque. El estrés es considerado como un factor importante para el desarrollo de la Vibriosis y ataca de manera generalizada a los organismos, ya que se observa afectaciones en el músculo, corazón, órgano linfoide, hepatopáncreas y cutícula. La Vibriosis sistémica es causada por *Vibrios alginolyticus*, *V. parahaemolyticus*, *V. campbellii*, *V. harveyi* y *V. vulnificus* (Morales & Cuéllar, 2008).

La Vibriosis sistemática, es una enfermedad que provoca un estrés extremo en *Litopenaeus vannamei*, causada por un sinnúmero de bacterias hemofílicas, las mismas que provienen de la familia de los *vibrios*. Se manifiesta opacando el color real de la piel y músculos hasta provocar una inflamación severa (Varela & Choc, 2020). Por consiguiente, entre los síntomas que

aparecen como indicadores del vibriosis sistemática están la letargia, hipoxia, falta de apetito y nado errático.

3.2.2.2. *Pseudomonas*

El género *Pseudomonas* son bacterias en forma de bastón que se pueden ver bajo un microscopio. Por lo general se observan en agua o suelo mediante análisis científicos. En el caso de la cría de camarones estas bacterias pueden infectar a los crustáceos tanto en agua dulce como también en ambientes marinos, tienen un comportamiento oportunista y a menudo atacan a los animales inmunodeprimidos (Chythanya *et al.*, 2002).

Las pseudomonas, son un grupo de bacterias que provocan un daño letal al camarón, en particular al *Litopenaeus vannamei*, lo que afecta de gran manera ya que se considera una de las especies con mayor rentabilidad en el mercado; este tipo de bacterias ataca las paredes del intestino, así como también los túbulos hepatopancreáticos (Varela & Choc, 2020).

En la actualidad los brotes de estas bacterias no son inusuales, cabe señalar que en las últimas décadas se ha producido un rápido crecimiento de la camaronicultura en diferentes países de la región. Esta expansión ha aumentado la probabilidad de brotes de enfermedades bacterianas en muchos cultivos camaroneros. Dadas estas realidades se requiere un monitoreo más cercano buscando la presencia de bacterias en camarones y estanques de cultivo (Chythanya *et al.*, 2002).

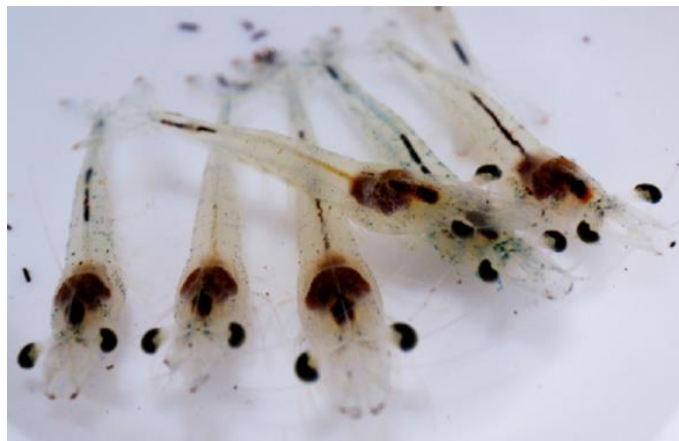


Ilustración 4. Camarones con pseudomonas (Li *et al.*, 2018).

Fuente: (Saúl, 2019)

3.2.2.3. *Quitinolítica del caparazón*

La Quitinolítica de caparazón, es una bacteria conocida como la “mancha carmelita”, la cual surge en condiciones ambientales en mal estado, se observa la presencia de dichas manchas en la superficie de los organismos (tegumento), esta lesión conocida también como la enfermedad de la mancha Carmelita hace que el producto se devalúe automáticamente, es decir que es uno de los primeros factores que inciden en la comercialización del mismo, ya que es muy común dentro de las enfermedades bacterianas presentes en el cultivo de camarón (do Nascimento *et al.*, 2017).



Ilustración 5. Erupción bacteriana en el caparazón del camarón

Fuente: (Fonseca, 2010)

3.3. Control de las enfermedades

La producción acuícola está en constante lucha contra enfermedades causadas por varios factores, ya sean ambientales, bacterias e incluso virales. Enfermedades que desaceleran su creciente expansión y producción; por ende, la utilización de antibióticos como un tratamiento común, es una opción para tratar de controlar a dichos padecimientos; algunas organizaciones recomiendan el uso de antimicrobianos como un tratamiento efectivo para la prevención de algunas cepas patológicas que se dan en las granjas de producción (Lu *et al.*, 2019).

Es imprescindible la capacitación del personal sobre el manejo de protocolos alternativos ante la presencia de patologías en los estanques de cultivo, así como también métodos preventivos que permitan disminuir la probabilidad de que el organismo presente un cuadro patológico, permitiendo tener mejores resultados en la producción aumentando las prestaciones percibidas por la actividad acuícola (Toledo *et al.*, 2018).

3.4. Control con antibióticos

El uso de antibióticos es considerado como un método de control para las diferentes patologías que se presentan durante el crecimiento de los camarones, sobre todo en el cultivo de especies como el *Litopenaeus vannamei*, esta especie es más propensa a infecciones bacterianas y virales, debido a que el medio donde se desarrollan está compuesto por una diversidad de microorganismos (Campa *et al.*, 2017).

Puente (2019) menciona la importancia de estudiar estratégicamente el uso correcto de antibióticos, las razones reales del porqué se origina dicha enfermedad en el cuerpo del camarón blanco, ya que puede tener reacciones adversas, como por ejemplo crear otra enfermedad a más de la que ya está alojada, incluso provocar la muerte del organismo, de tal forma que se convierten en pérdidas económicas para quienes cultivan dicha especie.

Hay que recordar que, uno de los temas más controversiales en la actualidad es el uso excesivo de los antibióticos, ya que es habitual dentro de los procesos de cultivo; es por eso que, el objetivo en cuanto al control de antibióticos, es evitar en primera instancia, que se sigan utilizando metodologías tradicionales con pocos niveles de efectividad, así mismo, evitar la transmisión de enfermedades desde sus diferentes patologías (Lu *et al.*, 2019).

3.4.1. Beneficios y Desventajas del uso de antibióticos

A pesar de que en la actualidad existen algunas alternativas para combatir enfermedades presentes en *Litopenaeus vannamei*, estudios revelan que los antibióticos son el escudo protector para cuerpos extraños, incluso para los que son considerados como los más peligrosos (Mercier, 2007).

Claramente, autores como Bedoya *et al.* (2018) afirman que el uso de antibióticos es una de las mejores alternativas que pueden utilizar los productores de camarón, ya que los antibióticos ayudan a disminuir el número de patologías que se esparcen en el ecosistema, siendo así los probióticos, ácidos orgánicos y prebióticos, como métodos de control; además, el uso de estas metodologías no provocan efectos secundarios, sino que más bien los beneficios son altos.

El uso inmoderado provoca que en el músculo de los organismos queden residuos llegando a ser perjudiciales para quienes lo consuman, cabe señalar que esto también producirá resistencia bacteriana en aquellas que no fueron eliminadas con el tratamiento, se ha verificado y constatado que en piscinas que utilizaban como costumbre antibióticos como la tetraciclina, florfenicol y cloranfenicol, hay presencia de bacterias resistentes a estos productos, lo cual provoca un desequilibrio en los estanques y también en el ambiente donde estos arrojan el agua

usada durante el cultivo, por ende la FDA ha restringido el uso de antimicrobianos. También puede causar efectos adversos no deseados como la supresión inmune, pérdida de la flora microbiana ambiental. Además, el tratamiento con antimicrobianos es caro y no todas las empresas pueden acceder a ellas (Lu *et al.*, 2019).

3.5. Alternativas Biológicas

3.5.1. Probióticos

Entre los principales grupos de bacterias utilizadas como probióticos están las ácido lácticas, *Bacillus*, *Pseudomonas* y levaduras. Su mecanismo de acción varía, ya sea incrementando la respuesta inmune de los organismos, modificando la comunidad bacteriana en el tracto intestinal o aumentando el valor nutricional de los alimentos proporcionados (Balcázar *et al.*, 2006).

El uso de probióticos dentro del proceso del cultivo de camarones, ayudan a que en el desarrollo del organismo exista un escudo protector, las cuales son administradas a través de fermentaciones que ayudan a mejorar el crecimiento y la salud de *Litopenaeus vannamei*. Si bien es cierto, la aplicación de los probióticos puede variar de acuerdo a la dosis que los especialistas decidan aplicar, así mismo según la frecuencia y salinidad del agua; no obstante, hay que recordar que el uso excesivo de los probióticos puede tener efecto adverso, en lugar de beneficiar puede causar daños al organismo del camarón situación que pone en evidencia autores como (Rizo *et al.*, 2020).

Tabla 1. Listado de probióticos Gram positivos y Gram negativos, para camarón

LISTADO DE PROBIÓTICOS	
Gram negativo	Gram Positivo
<i>Paracoccus</i>	<i>Bacillus</i>
<i>Thiobacillus</i>	<i>Lactobacillus</i>
<i>Nitrobacter</i>	<i>Enterococcus</i>
<i>Nitrosomas</i>	<i>Carnobacterium</i>
<i>Photorhodobacterium</i>	<i>Lactococcus</i>
<i>Aeromonas</i>	<i>Bifidobacterium</i>
<i>Vibrio</i>	<i>Streptococcus</i>

Fuente: (González, 2014)

La aplicación de bacterias probióticas requiere de una mayor investigación con la finalidad de desarrollar diversos mecanismos de acción que permitan un mejor rendimiento en los cultivos acuícolas, en particular el cultivo de camarón blanco *L. vannamei*, que es la especie de mayor rédito económico en el Ecuador (Toledo *et al.*, 2018). Es por eso que, se mencionan a continuación los beneficios más importantes:

- Eleva los niveles de defensa en el organismo
- Se transforman en compuestos proteicos
- Mejoramiento en el hábitat
- Expertos en la producción de sustancias antagónicas
- Mejora las funciones tracto intestinales

No obstante, en caso de que requiera emplearlos como parte de un proceso de aislamiento, deberá ser aplicado en cepas, dentro del sistema que hayan establecido previamente los especialistas. Para contrastar lo dicho, manifiestan que un claro ejemplo de los probióticos son los Gram Positivos, como bacterias benignas que ayudan a que la calidad del agua mejore, de tal forma que los cultivos del camarón, particularmente del que tienen mayores demandas en el mercado, siendo el *Litopenaeus vannamei*, se mantengan fuertes y óptimos (Toledo *et al.*, 2018).

En la investigación realizada por Torres *et al.* (2021) mencionan que la adición de una mezcla de bacterias probióticas de nombre Kéfir y sus productos extracelulares, a razón de 1 gramo kg^{-1} en el alimento de los langostinos, tuvo un resultado prometedor, mejorando significativamente la salud del animal y el crecimiento, según los resultados, también acota que es un candidato prometedor para más pruebas que permitan determinar sus características benéficas en el cultivo, ya que la carga de vibrios en la prueba control era por mucho superior que en los organismos que recibían el tratamiento.

Por otro lado, autores como Chomwong *et al.* (2018) ratifican que la adición de bacterias ácido lácticas aisladas del intestino de camarones patiblanco, ejercen un efecto positivo en la salud del camarón, las bacterias candidatas para el estudio fueron *Lactobacillus plantarum* y *Lactococcus lactis*, ya que ambas mostraron características antimicrobianas frente a cepas de bacterias como el *Vibrio parahaemolyticus*, responsable de la patología de la necrosis hepatopancreática aguda. Las bacterias administradas mediante la dieta en una concentración de $2-4 \times 10^8$ UFC g^{-1} de alimento, colonizan el sistema digestivo de los Peneidos, modulando de forma positiva la respuesta del sistema inmune, los autores en base a los resultados obtenidos

mencionan que ambas bacterias incentivan el sistema inmunitario, derivando en una mejor respuesta al enfrentarse a enfermedades como VP y AHPND.

A continuación, se muestra un modelo planteado por Toledo *et al.* (2018) sobre los diferentes probióticos que existen para el cultivo del camarón.

Tabla 2. Probióticos utilizados para el camarón y principales efectos

Estadio	Especie Probiótico	Especie Crustáceo	Administración	Efectos Benéficos	Referencia
Postlarval	<i>Bacillus sp.</i>	<i>Penaeus monodon</i> A	Adición al agua	Mejora la supervivencia frente a	(Ramesh <i>et al.</i> , 2014)
Postlarval	<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Penaeus monodon</i>	Adición al agua	Mejora la supervivencia frente a	(Yuniarti <i>et al.</i> , 2015)
Postlarval	<i>Bacillus spp.</i>	<i>Penaeus monodon</i>	Adición al agua	Mejora la supervivencia frente a	(Laranja <i>et al.</i> , 2014)
Postlarval	<i>Bacillus sp.</i>	<i>Penaeus monodon</i>	Adición al agua	Mejora la supervivencia frente a	(Rengpipat <i>et al.</i> , 2003)
Postlarval	<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Penaeus monodon</i>	Adición al agua	Mejora la supervivencia frente a	(Vaseeharan y Ramasamy, 2003)
Larval y postlarval	<i>Bacillus spp.</i> (INVE Sanolife ® MIC)	<i>Litopenaeus vannamei</i>	Adición al agua, al cultivo de microalg	Mejora la supervivencia y el	(Silva <i>et al.</i> , 2012)
Larval	<i>Bacillus spp.</i> (9 productos)	<i>Litopenaeus vannamei</i>	Adición al agua	Mejora la supervivencia y estimula	(Xue <i>et al.</i> , 2016)
Postlarval	<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Litopenaeus vannamei</i>	Aditivo alimenticio	Mejora la supervivencia y estimula	(Zokaeifar <i>et al.</i> , 2012)
Postlarval	<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Litopenaeus vannamei</i>	Adición al agua	Mejora la calidad del agua (reducción)	(Zokaeifar <i>et al.</i> , 2014) krvnt
Postlarval	<i>Arthrobaacter sp</i>	<i>Litopenaeus vannamei</i>	Adición al agua	Mejora la supervivencia, la velocidad	(Xia <i>et al.</i> , 2014)

<i>Postlarval</i>	<i>Bacillus spp. (producto comercial)</i>	<i>Fennerpenaeus chinensis</i>	Adición al agua	Estimula el sistema inmune y el	(Kim <i>et al.</i> , 2015)
<i>Postlarval</i>	<i>Photosynthetic bacteria and Bacillus</i>	<i>Litopenaevannamii</i>	Aditivo alimenticio	Estimula el crecimiento (AED)	(Wang, 2007)
<i>Postlarval</i>	<i>Bacillus sp., Lactobacillus sp. (EM)</i>	<i>Litopenaevannamii</i>	Aditivo alimenticio	Mejora la supervivencia y estimula	(Liu <i>et al.</i> , 2014)
<i>Postlarval</i>	<i>Photosynthetic bacteria and Bacillus</i>	<i>Litopenaevannamii</i>	Adición al agua	Mejora la tolerancia a estrés (temperatura)	(Liu <i>et al.</i> , 2010)
<i>Postlarval</i>	<i>Bacillus endophyticus</i> y <i>B. tequilensis</i> ; <i>Alibiois</i>	<i>Litopenaevannamii</i>	Adición al agua	Mejora la supervivencia y modula	(Luis-Villaseñor <i>et al.</i> , 2013)
<i>Postlarval</i>	<i>Lactobacillus spp</i>	<i>Marsuenaes japonicus</i>	Aditivo alimenticio	Mejora la supervivencia y estimula	(Maeda <i>et al.</i> , 2013)
<i>Postlarval</i>	<i>Producto comercial (Rhodospseudomonas)</i>	<i>Litopenaevannamii</i>	Adición al agua	Mejora la supervivencia, estimula	(Melgar Valdés <i>et al.</i> , 2013)
<i>Larval</i>	<i>Bacillus sp.</i>	<i>Artemia franciscana</i>	Adición al agua	Mejora la supervivencia y estimula	(Niu <i>et al.</i> , 2014)
<i>Larval y postlarval</i>	<i>Bacillus spp., levaduras (Debary)</i>	<i>Litopenaevannamii</i>	Adición al agua, micro y bioencapsulación	Estimula el crecimiento (GP, VEC,	(Nimrat <i>et al.</i> , 2011)
<i>Larval y postlarval</i>	<i>Bacillus licheniformis</i> y <i>EPICIN 3W</i>	<i>Litopenaevannamii</i>	Adición al agua	Estimula el crecimiento (PP y longitud)	(Franco <i>et al.</i> , 2016b)
<i>Postlarval</i>	<i>Psychrobacter sp.</i>	<i>Litopenaevannamii</i>	Adición al agua	Mejora la supervivencia, estimula	(Franco <i>et al.</i> , 2016a)
<i>Larval</i>	<i>Bacillus spp. (aislados y comercial)</i>	<i>Litopenaevannamii</i>	Adición al agua	Mejora la supervivencia y estimula	(Luis-Villaseñor <i>et al.</i> , 2011)

<i>Larval y postlarval</i>	<i>Bacillus spp. (producto comercial)</i>	<i>Fennero penaeus indicus</i>	Aditivo alimenticio, adición al agua y	Mejora la supervivencia y estimula	(Ziaei-Nejad <i>et al.</i> , 2006)
<i>Postlarval</i>	<i>Bacillus licheniformis, B. subtilis y B.</i>	<i>Litopenaeus vannamei</i>	Aditivo alimenticio	Actividad antiviral, mejora la supervivencia	(Sánchez-Ortiz <i>et al.</i> , 2016)

Fuente: (Toledo *et al.*, 2018)

Para darle mayor entendimiento al modelo de la Tabla 2, los autores manifiestan el significado de las siglas que están inmersas en los datos planteados, a continuación, una descripción: Ganancia De Peso (*GP*), Actividad Enzimática Digestiva (*AED*), Incremento del Peso Promedio (*PP*), Velocidad Específica de Crecimiento (*VEC*), Razón de Conversión Alimentaria (*RCA*).

3.5.2. Prebióticos

Los prebióticos, son los encargados de alimentar a los probióticos, es decir que trabajan en conjunto con las bacterias benígnas, ayudando así que el organismo del camarón reciba con normalidad los nutrientes de los probióticos (Delgado *et al.*, 2020). En efecto, se presentan algunos prebióticos utilizados en la actualidad:

3.5.2.1. *Manano oligosacárido*

El Manano oligosacárido, es un prebiótico especializado en la protección del camarón, con nutrientes esenciales, tal forma que, son como un escudo protector contra bacterias y células malignas, se lo utiliza también como un antibiótico para prevenir enfermedades que pueden llevar a la muerte a los camarones que se encuentran sobre todo en granjas y laboratorios acuícolas (Gainza & Romero, 2017).

3.5.2.2. *Polifenoles*

Los polifenoles son compuestos de origen vegetal, un ejemplo de estos son los que se pueden encontrar en la cáscara de mango, funcionan principalmente como antioxidante y estimulante del sistema inmune en peces carnívoros de piscifactoría y camarones. Al ser considerada como una estrategia ahorrativa para la producción de alimentos es importante tomar en cuenta este inmunoestimulante con la finalidad de reducir el estrés oxidativo e inmunosupresión, ya que esto podría causar una mala calidad de organismo cultivados y mayor mortalidad (Martínez, 2018).

Cabe recalcar que los beneficios de este inmunoestimulante dependen netamente del tipo y concentración en la planta de donde se lo obtiene, también son utilizados por sus capacidades antibacterianas, lo cual ayuda a la protección de los organismos acuáticos a contraer microorganismos patógenos (Martínez, 2018).

Autores como Li *et al.* (2018) evaluaron los efectos de la inulina y manano sobre la respuesta inmune de camarones, al ser infectados con el virus de la mancha blanca y cepas de bacterias provocan mortalidad en los estanques, estos nutrientes fueron administrados mediante la dieta en concentraciones de 2, 5, 4 y 10 mg g⁻¹ de alimento durante un lapso de 28 días, los resultados obtenidos con 5 mg g⁻¹ de balanceado denota una mejor respuesta inmune y sobrevivencia de los camarones, al ser infectados con 200 µl de White Spot y *Vibrio alginolyticus*, a diferencia de los resultados obtenidos en dieta control que obtuvo una mortalidad absoluta.

3.5.3. Ácidos orgánicos

Los ácidos orgánicos actúan como “agentes conservantes” y se utilizan de acuerdo a la necesidad del organismo, sobre todo en ámbitos relacionados a la dieta alimenticia. Pueden ser de estado sólido y en algunas ocasiones su presentación puede ser volátil, a diferencia de los prebióticos y probióticos, estos no pueden ser disueltos en agua (Mendoza *et al.*, 2017).

3.5.3.1. Ácido Fumárico

Los ácidos fumáricos actúan como reductores de patógenos, especialmente de aquellos que se alojan en el “tracto digestivo” de los camarones, puesto que ayuda a eliminar bacterias y sobre todo si el camarón ha sufrido algún tipo de heridas, evita que exista reproducción de parásitos que pueda generar problemas en la salud del organismo (Li *et al.*, 2018).

3.5.3.2. Ácido Cítrico

El ácido cítrico, ayuda a la resistencia contra la Vibriosis que se presenta en *los Litopenaeus vannamei*, mejora el crecimiento y a su vez, actúa como un estimulante del sistema inmune de los camarones (Li *et al.*, 2018).

He *et al.* (2017) ponen a prueba una combinación de ácidos orgánicos de nombre comercial de AviPlus[®](AP) que contiene (ácido cítrico, 25 %; ácido sórbico, 16,7%) en combinación con atractantes como lo son los aceites esenciales (AE), los cuales fueron suministrado en el alimento con 0, 0,3, 0,6, 0,9 y 1,2 g kg⁻¹ AP, los datos obtenidos ante la exposición a *Vibrio parahaemolyticus*, demostró que la dieta que contenía 0,6 g kg⁻¹ AP, presentó una mayor acción del sistema inmunológico más elevada que la prueba testigo. Y las dietas suministradas con 1,2 g kg⁻¹ AP mostraron una mayor concentración de *lactobacillus* en el intestino. La aplicación de ácidos orgánicos, aumentó la actividad del sistema inmune y enzimas como la catalasa y lisozima, los autores en base a los resultados que obtuvieron con la mezcla de AO, y AE sugieren que una mejora en el sistema inmune y protección ante las enfermedades.

3.5.3.3. Otros ácidos orgánicos usados en camaronicultura

Otro aporte sobre la aplicación de ácidos orgánicos es el realizado por Pourmozaffar *et al.* (2019), evaluando la adición de vinagre de sidra de manzana (ACV) la cual contiene ácido acético, y PA (ácido propiónico), en la alimentación de juveniles de *L. vannamei*, durante 60 días, con un agregado de 1,0, 2,0 y 4,0 % de ACV, 0,5 % de ácido propiónico y la prueba testigo respectiva, dando como resultado un nivel más alto de proteína en las dietas con ácidos orgánicos. Las dietas con el 2 y 4 % de ACV, así como con 0,5 % de PA, dieron como resultado, niveles más altos de calcio en comparación con la prueba testigo, así también una baja

concentración de triglicéridos (15 y 20 %) en los langostinos. Los autores mencionan que ambos ácidos muestran actividades antimicrobianas, lo que permite una mejora en el estado de salud de los especímenes alimentados con estos aditivos.

3.5.4. Fitobióticos

La utilización de fitobióticos es una alternativa promisoriosa para el control enfermedades que aquejan los estanques de cultivo, además de presentar características que incentivan una mejor asimilación de nutrientes, cabe nombrar a los polifenoles ya que estos metabolitos tienen efectos benéficos, entre las más importantes es la acción antimicrobiana y antioxidante. Desde esta perspectiva los extractos de vegetales que contienen estos metabolitos son candidatos prometedores para ser usados en dietas, esto ya demostrado en estudios anteriores que ratifican los resultados positivos (Peña *et al.*, 2013).

Chuchird *et al.* (2017) estudiaron los beneficios de tres productos naturales, el residuo de la fabricación del vino también conocido como lúpulo gastado, la pared celular de levadura y el orujo de uva, las dietas contenían 400 ppm de HY, 400 ppm de GP, 800 ppm de GP y la dieta control, después de 60 días de haber suministrado la dieta se adiciono *Vibrio parahaemolyticus* con una concentración final de 10^4 UFC ml⁻¹. Luego de 30 días de la exposición, las cuantificaciones inmunológicas y la tasa de supervivencia se compararon mediante pruebas experimentales dando como resultado un mejor incremento de peso con las dietas con 400 y 800 ppm, GP y una mejor supervivencia con la dieta que contenía 400 ppm de HY- y 800 ppm de GP. Mientras que la dieta que obtuvo mejores resultados inmunológicos fueron los langostinos con la dieta que contenía 400 ppm de HY.

El aporte de Félix (2018) en su estudio demostró los efectos benéficos de la adhesión de *Dunaliella sp.* molida añadida en el alimento de camarones patiblancos, debido a su efecto antioxidante, se realizaron dos ensayos en el primero se probaron las siguientes dosis de 1.5, 2, 2.5 y 3% de harina de microalga en el alimento, en juveniles de 2,6 g, transcurridos 20 días se los expuso a *V. parahaemolyticus* 1×10^4 UFC ml⁻¹, el mejor resultado lo obtuvo los juveniles alimentados con el 3%. En el segundo ensayo se probaron las mismas dosis, pero administradas de manera diaria, cada tres días y siete días, en camarones de 3.1 g. alimentados durante 20 días previo a la exposición a con *V. parahaemolyticus* 1×10^6 UFC ml⁻¹. Dando como resultado que la dieta del 2% de *Dunaliella sp.* y 3%, proporcionadas cada tres días, obtuvo un efecto positivo en el sistema inmunológico, post-exposición al Vibrio.

Otros investigadores como Niu *et al.* (2018) evaluaron los efectos del alga dietética *Porphyra haitanensis*, ya que esta tiene una elevada concentración de aminoácidos (Taurina) y vitaminas muy relevantes para las larvas de animales marino, realizando dos ensayos, en el primero que duró 60 días se analizó la supervivencia y desarrollo de la larva alimentada con diferentes dietas las cuales contenían, 1 %, 2 %, 3 %, 4%, 5% y 6% del alga molida y la dieta control, resultado en camarones con una mejor ganancia de peso, aquellos que recibieron la dieta que contenía el 6%, de harina de *P. haitanensis* y la actividad inmunológica fue superior a la registrada con la del testigo, además los autores destacan la presencia de bacterias beneficiosas en el intestino de camarones analizados y por ende una menor presencia de bacterias perjudiciales, 7 días después de terminar la dieta experimental, se infectó a los especímenes con on el virus de la mancha blanca, el tratamiento control tuvo una mortalidad masiva, al contrario los camarones alimentados con polvo de algas, con el 3% y 4% de *P. haitanensis* obtuvieron una mejor supervivencia en comparación con la otras dietas.

Siguiendo la misma línea Palanikumar *et al.* (2018) constataron los beneficios de la adición de *Argemone mexicana*, que es una especie de amapola de la cual se extrajo acetato de etilo, del tallo y la raíz, con característica prometedoras ante la exposición a patógenos, en el ensayo se suministraron durante 30 días a juveniles de camarones *L. vannamei* en dietas con dosis que van de 100, 200, 300 hasta 400 mg kg⁻¹, las pruebas control tuvieron una mortalidad total al ser infectados con WSSV posterior a los 4 días del contagio, los autores mencionan que este producto puede suprimir el contagio ante el virus de la mancha blanca obteniendo mejores resultados con la dieta que contenía 300 y 400 mg/kg de alimento con un supervivencia de entre el 75 y 79%.

También se tiene gran interés en las características de algas, autores como Klongklaew *et al.* (2020) realizaron ensayos con tres algas marinas *Ulva intestinalis* (Ui), *U. rigida* (Ur) y *Caulopa lentillifera* (Cl) y una comercial de *U. armóricana* (Ua), con el fin de comprobar sus capacidades antimicrobianas, los mismo que demostraron la eliminación de cepas de *Vibrios* perjudiciales, quien mejores resultados obtuvieron fue la infusión de *Ulva intestinalis* (Ui) en dosis de 5 y 10 mg/ml, ya que presentó una alta efectividad ante la exposición a WSSV, obteniendo la mejor sobrevivencia después de la exposición.

Otros autores como Huang *et al.* (2020) analizaron los efectos de *Phyllanthus amarus* (EPA) en la dieta de *L. vannamei*, evaluaron el crecimiento y la resistencia ante bacterias perjudiciales, la dieta que contenía 20 g EPA kg de alimento durante 56 días, mejoran el desarrollo y la

respuesta inmune al ser infectados con 20 μl de *V. alginolyticus*, así lo demostró el conteo de hemocitos, y la actividad de los fagocitos.

En el mismo contexto Abidin *et al.* (2022) aplicaron extracto de moringa en la dieta de peneidos, con dosis de 1.25 g, 2.5 g y 5.0 g kg^{-1} de dieta, el control del crecimiento se lo realizó durante 60 días, posterior a la administración de la dieta antes mencionada, los resultados de los autores mencionan que el grupo en el que suministró 2.5g de extracto de moringa, obtuvo la supervivencia más alta, además de mejorar la respuesta inmunitaria, al ser expuestos al *V. alginolyticus*.

Por último, Dewi *et al.* (2021) puso a prueba el extracto de hojas de guayaba de nombre científico *Psidium guajava* con dosis entre 1 g, 5g y 10 g por kilo de alimento durante 28 días, pero el crecimiento se lo registró hasta el día 56 de haber iniciado el experimento, y la exposición a la cepa bacteriana *V. parahaemolyticus* se la realizó por medio de inyecciones, el grupo que obtuvo mejor desarrollo fue el que se alimentó con 5 g de extracto de hojas de guayaba, con una supervivencia del 72,27 %, mencionan los autores que este producto activa las funciones del sistema inmune así como su desarrollo y además atenúa la infección bacteriana.

4. CONCLUSIÓN

El *Litopenaeus vannamei*, durante la fase de cultivo necesita de nutrientes y sustancias que, ayuden a protegerlo de posibles eventos patológicos que generan pérdidas económicas por mortalidades; si bien es cierto, es de vital importancia que los cultivos de camarón utilicen métodos de producción menos agresivos con el medio ambiente, y que permita hacerle frente a enfermedades como por ejemplo, el virus de la mancha blanca (WSSV) y virus de la cabeza amarilla (YHV), el síndrome del Taura (TSV), así como también a enfermedades bacterianas como por ejemplo, la vibriosis sistémica, la quitinolítica del caparazón y las pseudomonas, las cuales pueden derivar en patologías graves que aumentan los costos de producción, o generando pérdidas económicas más aún en caso de mortalidad masiva.

En base a los anteriormente mencionado, se ha hecho necesario el uso de algunas alternativas biológicas para el control de enfermedades durante el cultivo de *Litopenaeus vannamei*, dentro de las cuales se menciona:

1. Probióticos como por ejemplo *Arthrobacter*, *Bacillus subtilis*, *Lactobacillus plantarum* y la cepa de *Lactococcus lactis*, entre otros.
2. Prebióticos como, por ejemplo, el Manano oligosacárido y Polifenoles e Inulina,
3. Ácidos orgánicos, pudiendo ser el ácido cítrico o fumárico, ácido succínico, ácido acético, y ácido propiónico.
4. Fitobióticos los cuales han venido tomando más fuerza, debido a que aprovechan las propiedades antibacterianas e inmunoestimuladoras de productos que no afectan de forma negativa al organismo tratado, ni al medio en el que se lo cultiva.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Abidin, Z., Huang, H.-T., Liao, Z.-H., Chen, B.-Y., Wu, Y.-S., Lin, Y.-J., & Nan, F.-H. (2022). *Moringa oleifera* Leaves' Extract Enhances Nonspecific Immune Responses, Resistance against *Vibrio alginolyticus*, and Growth in Whiteleg Shrimp (*Penaeus vannamei*). *Animals*, 12(1), 42.
- Aguado García, N., Boada, M., & De Donato, M. (2008). *Detección del síndrome del virus del Taura (TSV) en Litopenaeus vannamei (BOONE) del occidente de Venezuela. Revista Científica*, 18(2), 134-141.
- Azuero, E. S. U., Montealegre, V. J. G., Campoverde, J. M. Q., & Unda, S. B. (2021). *Análisis del comportamiento económico de la exportación en el sector camaronero en el Ecuador, periodo 2015-2019. Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 4(S1), 112-119.
- Balcázar, J. L., De Blas, I., Ruiz-Zarzuela, I., Cunningham, D., Vendrell, D., & Múzquiz, J. L. (2006). *The role of probiotics in aquaculture. Veterinary microbiology*, 114(3-4), 173-186.
- Bedoya Pilozo, P. C., Vasquez, C., & Fenicia, J. (2018). *Mitigación de la Ineficiencia de los Costos Basados en la Producción en las Granjas de Cultivo de Camarón en Cautiverio de la Camaronera Lilly, Bajo la Propuesta de Estandarización y Control de los Procesos de la Producción del Camarón.*
- Campa-Córdova, Á. I., Valenzuela-Chávez, J. A., García-Armenta, J., Medina, D., Liconajain, A. B., Angulo-Valadez, C. E., Aguirre-Guzmán, G., & Mejía-Ruíz, C. H. (2017). *Uso profiláctico de aditivos inmunoestimulantes en el cultivo del camarón blanco, Litopenaeus vannamei. Avances en Nutrición Acuícola.*
- Chythanya, R., Karunasagar, I., & Karunasagar, I. (2002). *Inhibition of shrimp pathogenic vibrios by a marine Pseudomonas I-2 strain. Aquaculture*, 208(1-2), 1-10.
- Chomwong, S., Charoensapsri, W., Amparyup, P., & Tassanakajon, A. (2018). *Two host gut-derived lactic acid bacteria activate the proPO system and increase resistance to an AHPND-causing strain of Vibrio parahaemolyticus in the shrimp Litopenaeus vannamei. Developmental & Comparative Immunology*, 89, 54-65.
- Chuchird, N., Niyamosath, H., Rairat, T., & Keetanon, A. (2017). *Effect of Dietary Phytobiotics Products on Growth, Immune Responses and Vibriosis Resistance in Litopenaeus vannamei.* <https://doi.org/10.3923/JFAS.2017.184.190>
- Delgado-Díaz, L. M., Paz-Quevedo, N. E., Molina-Velásquez, N. E., & Navarrete-Soriano, A. (2020). *Incorporación de bacterias ácido lácticas nativas como probióticos en el*

- cultivo de camarón blanco Litopenaeus vannamei (Boone 1931) en la camaronera Las Ánimas, El Salvador. Revista Científica Multidisciplinaria de la Universidad de El Salvador-Revista Minerva, 3(1), 81-97.*
- Dewi, N. R., Huang, H.-T., Wu, Y.-S., Liao, Z.-H., Lin, Y.-J., Lee, P.-T., & Nan, F.-H. (2021). *Guava (Psidium guajava) leaf extract enhances immunity, growth, and resistance against Vibrio parahaemolyticus in white shrimp Penaeus vannamei. Fish & Shellfish Immunology, 118, 1-10.*
- do Nascimento Vieira, F., Bolivar, N. C., Legarda, E. C., Seiffert, W. Q., & Hayashi, L. (2017). *Aditivos Alimentarios para Camarones Marinos: Salud y Nutrición. Avances en Nutrición Acuícola.*
- Duan, Y., Wang, Y., Zhang, J., Sun, Y., & Wang, J. (2018). *Dietary effects of succinic acid on the growth, digestive enzymes, immune response and resistance to ammonia stress of Litopenaeus vannamei. Fish & shellfish immunology, 78, 10-17.*
- Félix, D. M. (2018). *Evaluación de alimento enriquecido con Dunaliella sp. Para incrementar la resistencia del camarón blanco (Litopenaeus vannamei) a infecciones experimentales por Vibrio parahaemolyticus.*
- Fonseca Moreno, E. (2010). *Erosión Bacteriana del Caparazón en el camarón Penaeus vannamei (Bacterial Erosion of the Shell in the species of shrimp Penaeus vannamei). REDVET.*
- Gainza, O., & Romero, J. (2017). *Manano oligosacáridos como prebióticos en acuicultura de crustáceos. Latin american journal of aquatic research, 45(2), 246-260.*
- Galaviz, S. L., Pérez, T. K. C., Gutiérrez, S. G. J., & Molina, G. Z. J. (2016). *Agentes infecciosos de Litopenaeus vannamei (Boone, 1931) y su relación con los parámetros fisicoquímicos de tres diferentes sistemas de cultivo en el Golfo de México. Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos, 1, 134-139.*
- González American, Y. M. (2014). *Efecto de la adición de ácidos orgánicos y probióticos sobre el crecimiento del camarón Litopenaeus vannamei [B.S. thesis]. Machala: Universidad Técnica de Machala.*
- Gopalakrishnan, A. (2016). *Seafood Media Group—Noticias—Enfermedades ponen en riesgo la producción acuícola de Kerala. Grupo Nueva Pescanova. <https://seafood.media/fis/worldnews/worldnews.asp?l=s&id=87941&ndb=1>*
- 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.
- Huang, H.-T., Lee, P.-T., Liao, Z.-H., Chen, H.-Y., & Nan, F.-H. (2020). *Effects of Phyllanthus amarus extract on nonspecific immune responses, growth, and resistance to Vibrio alginolyticus in white shrimp Litopenaeus vannamei*. *Fish & Shellfish Immunology*, 107, 1-8.
- Klongklaew, N., Praiboon, J., Tamtin, M., & Srisapoome, P. (2020). *Antibacterial and antiviral activities of local Thai green macroalgae crude extracts in pacific white shrimp (Litopenaeus vannamei)*. *Marine drugs*, 18(3), 140.
- Li, E., Xu, C., Wang, X., Wang, S., Zhao, Q., Zhang, M., Qin, J. G., & Chen, L. (2018). *Gut Microbiota and its Modulation for Healthy Farming of Pacific White Shrimp Litopenaeus vannamei*. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 26(3), 381-399. <https://doi.org/10.1080/23308249.2018.1440530>
- 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.
- Lu, J., Zhang, Y., Wu, J., & Luo, Y. (2019). *Effects of microplastics on distribution of antibiotic resistance genes in recirculating aquaculture systems*. *Ecotoxicology and environmental safety*, 184, 109631.
- Maia, E. de P., Alves Modesto, G., Brito, L. O., Olivera Galvez, A., & Vasconcelos Gesteira, T. C. (2016). *Sistema de cultivo intensivo de Litopenaeus vannamei en viveros comerciales sin recambio de agua con la adición de melaza y probiótico*. *Revista de biología marina y oceanografía*, 51(1), 61-67.
- Martínez, D. (27 de julio de 2018). Estudio químico de bacterias de origen marino: aislamiento de productos naturales bioactivos, proteínas recombinantes receptoras de sideróforos de bacterias patógenas en peces de acuicultura y síntesis de conjugados de sideróforos con nanopartículas magné. *CENTRO DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS AVANZADAS*, 192. Obtenido de <https://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/21450?locale-attribute=en>
- Mendoza-López, D. G., Castañeda-Chávez, M. R., Lango-Reynoso, F., Galaviz-Villa, I., Montoya-Mendoza, J., Ponce-Palafox, J. T., Esparza-Leal, H. M., & Arenas-Fuentes, V. (2017). *The effect of biofloc technology (BFT) on water quality in white shrimp Litopenaeus vannamei culture: A review*. *Revista Bio Ciencias*, 4(4), 15.

- Mercier, L. (2007). *Influencia de los ácidos grasos altamente insaturados (HUFA) sobre el sistema de defensa y la susceptibilidad al estrés en camarón blanco Litopenaeus vannamei*.
- Molés, G., Hausken, K., Carrillo, M., Zanuy, S., Levavi-Sivan, B., & Gómez, A. (2020). *Generation and use of recombinant gonadotropins in fish. General and Comparative Endocrinology*, 299, 113555.
- Morales, V., & Cuéllar-Anjel, J. (2008). *Patología e inmunología de camarones Peneidos*. Programa Iberoamericano CYTED. Rep. de Panamá.
- Nadella, R. K., Panda, S. K., Madhusudana Rao, B., Pani Prasad, K., Raman, R. P., & Mothadaka, M. P. (2021). *Antibiotic resistance of culturable heterotrophic bacteria isolated from shrimp (Penaeus vannamei) aquaculture ponds. Marine Pollution Bulletin*, 172, 112887. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112887>
- Niu, J., Xie, S.-W., Fang, H.-H., Xie, J.-J., Guo, T.-Y., Zhang, Y.-M., Liu, Z.-L., Liao, S.-Y., He, J.-Y., & Tian, L.-X. (2018). *Dietary values of macroalgae Porphyra haitanensis in Litopenaeus vannamei under normal rearing and WSSV challenge conditions: Effect on growth, immune response and intestinal microbiota. Fish & shellfish immunology*, 81, 135-149.
- Palanikumar, P., Benitta, D. J. D., Lelin, C., Thirumalaikumar, E., Michaelbabu, M., & Citarasu, T. (2018). *Effect of Argemone mexicana active principles on inhibiting viral multiplication and stimulating immune system in Pacific white leg shrimp Litopenaeus vannamei against white spot syndrome virus. Fish & shellfish immunology*, 75, 243-252.
- Peña Casado, L. A. (2017). *El sector camaronero del Ecuador y las políticas sectoriales: 2007-2016 [B.S. thesis]. PUCE*.
- Peña-Navarro, N., Vargas-Cordero, R., & Varela-Mejías, A. (2013). *Productos naturales como estimuladores del sistema inmunológico de Litopenaeus vannamei, infectado con Vibrio parahaemolyticus. Agronomía Mesoamericana*, 24(1), 133-147.
- Pinheiro, G. (2017). *Red Mexicana de Acuicultura: Virus de la Mionecrosis Infecciosa del Camarón. Un alarmante patógeno viral de camarones Peneidos Red Mexicana de Acuicultura*. <https://www.remacuicultura.org/2017/07/virus-de-la-mionecrosis-infecciosa-del.html>
- Pourmozaffar, S., Hajimoradloo, A., Paknejad, H., & Rameshi, H. (2019). *Effect of dietary supplementation with apple cider vinegar and propionic acid on hemolymph chemistry,*

intestinal microbiota and histological structure of hepatopancreas in white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Fish & shellfish immunology*, 86, 900-905.

Puente Marín, S. (2019). Los eritrocitos nucleados de peces en la inmunización frente a *rhabdovirus*.

Rizo-Porro, M., González-Fernández, N., & Ramos-Sánchez, L. B. (2020). Optimización de las variables tecnológicas en la producción de un probiótico para camarones. *Retos de la Dirección*, 14(1), 182-206.

Saúl. (2019, julio 12). *Las pseudomonas y su impacto en la cría de camarones -*. Molinos *Champion*. <https://www.molinoschampion.com/impacto-pseudomonas/>

Tenecota, R., Mite, J., & Alcívar, S. (2018). Enfermedades, tratamientos y recomendaciones en el cultivo del camarón. *Espiraes revista multidisciplinaria de investigación*, 94-107.

Torres, M. G. T., Delgado, I. R., & Ochoa, L. S. (2021). Efecto del kéfir de agua sobre la concentración de vibrios en juveniles de *Penaeus vannamei* Boone, 1931. *AquaTechnica: Revista Iberoamericana de Acuicultura.*, 3(3), 113-123.

Valverde-Moya, J. A., & Varela-Mejías, A. (2018). Cultivo comercial de camarones *Litopenaeus vannamei* en Costa Rica durante El Niño 2015: Incidencia de enfermedades. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 29(1), 188-204.

Varela, A., & Choc-Martínez, L. F. (2020). Técnicas diagnósticas para enfermedades bacterianas en camarones: Usos, alcances y limitaciones. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 31(3), e18165-e18165. <https://doi.org/10.15381/rivep.v31i3.18165>

Varela Mejias, A., & Peña Navarro, N. (2017). Transfronterización de enfermedades infecciosas en la camaronicultura. *Una revisión*.