



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA

ADITIVOS PROBIÓTICOS EN DIETAS BALANCEADAS Y SU IMPACTO
EN LAS ENFERMEDADES DEL CAMARÓN DE CULTIVO
LITOPENAEUS VANNAMEI

AGUILAR PLACENCIO JAIME ANDRES
INGENIERO ACUÍCULTOR

MACHALA
2021



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA

ADITIVOS PROBIÓTICOS EN DIETAS BALANCEADAS Y SU
IMPACTO EN LAS ENFERMEDADES DEL CAMARÓN DE
CULTIVO *LITOPENAEUS VANNAMEI*

AGUILAR PLACENCIO JAIME ANDRES
INGENIERO ACUÍCULTOR

MACHALA
2021



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA

EXAMEN COMPLEXIVO

ADITIVOS PROBIÓTICOS EN DIETAS BALANCEADAS Y SU IMPACTO EN LAS ENFERMEDADES DEL CAMARÓN DE CULTIVO *LITOPENAEUS VANNAMEI*

AGUILAR PLACENCIO JAIME ANDRES
INGENIERO ACUÍCULTOR

RENTERIA MINUCHE JORGE PATRICIO

MACHALA, 20 DE SEPTIEMBRE DE 2021

MACHALA
20 de septiembre de 2021

complexivoAGUILAR

por Andrés Aguilar

Fecha de entrega: 10-ago-2021 09:27p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1630116543

Nombre del archivo: turniting_aguilar_andres.docx (41.55K)

Total de palabras: 4612

Total de caracteres: 26191

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

El que suscribe, AGUILAR PLACENCIO JAIME ANDRES, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado Aditivos probióticos en dietas balanceadas y su impacto en las enfermedades del camarón de cultivo <i>Litopenaeus vannamei</i>, 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.

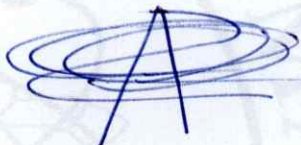
El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

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, 20 de septiembre de 2021



AGUILAR PLACENCIO JAIME ANDRES
0705867281

**ADITIVOS PROBIÓTICOS EN
DIETAS BALANCEADAS Y SU
IMPACTO EN LAS
ENFERMEDADES DEL
CAMARÓN DE CULTIVO**

Litopenaeus vannamei

Por Jaime Andrés Aguilar Placencio

RESUMEN

Esta revisión bibliográfica cubre el tema de aditivos probióticos en dietas balanceadas y su impacto en las enfermedades del camarón de cultivo *Litopenaeus vannamei*, por sus propiedades antibacterianas y antivirales, estos probióticos también pueden utilizarse como alternativa para prevenir enfermedades que se presentan a menudo en las diferentes fases del camarón, de la misma forma se explicara los conceptos, mecanismos de acción, los diferentes métodos de administración en el alimento y los efectos que causan en los cultivos. La aplicación de probióticos ofrece enormes beneficios a los cultivos y mejora el rendimiento y la rentabilidad del productor a través del crecimiento, la respuesta inmune, la supervivencia, la asimilación de nutrientes esenciales, mejorando la digestibilidad y mejora la tasa de conversión alimenticia.

Se utiliza en alimentos para colonizar el sistema digestivo y beneficia a los organismos cultivados a través de los mecanismos y funciones que se describen a continuación. El uso de probióticos puede realizarse de dos formas, una de ellas es la de encargarlo desde la fábrica de balanceado y la otra forma es aplicación directa en el alimento en los campos acuícolas, aquí puede integrarse con sustancias como lípidos, carbohidratos y aglutinantes para añadir a los alimentos. El uso de cepas probióticas naturales tiene el potencial de ser utilizado en acuicultura debido a su capacidad para adaptarse a su entorno natural, permitiendo una colonización y un crecimiento más eficientes. El modo de acción de los probióticos es a través de la eliminación competitiva, la competencia por los nutrientes, el espacio, la fijación y la producción de inhibidores de microorganismos patógenos.

Palabras claves: Probióticos, alimento, camarón, prevención, enfermedades, sistema inhume.

ABSTRACT

This literature review covers the topic of probiotic additives in balanced diets and their impact on diseases of farmed shrimp *Litopenaeus vannamei*, for their antibacterial and antiviral properties, these probiotics can also be used as an alternative to prevent diseases that often occur in the different stages of shrimp, in the same way the concepts, mechanisms of action, the different methods of administration in feed and the effects they cause in crops will be explained. The application of probiotics offers enormous benefits to the crops and improves the yield and profitability of the producer through growth, immune response, survival, assimilation of essential nutrients, improving digestibility and improving the feed conversion rate.

It is used in feed to colonize the digestive system and benefits cultured organisms through the mechanisms and functions described below. The use of probiotics can be done in two ways, one way is to order it from the feed mill and the other way is direct application in the feed in aquaculture fields, here it can be integrated with substances such as lipids, carbohydrates and binders to add to the feed. The use of natural probiotic strains has the potential to be used in aquaculture due to their ability to adapt to their natural environment, allowing more efficient colonization and growth. The mode of action of probiotics is through competitive elimination, competition for nutrients, space, attachment and production of inhibitors of pathogenic microorganisms.

Key words: Probiotics, feed, shrimp, prevention, diseases, immune system.

ÍNDICE

| | | |
|---------|--|----|
| 1 | INTRODUCCIÓN | 1 |
| 2 | CONTENIDO..... | 3 |
| 2.1 | Probióticos como aditivos en el alimento | 3 |
| 2.2 | Métodos de administración del probiótico en alimento..... | 3 |
| 2.2.1 | Administración directa en el alimento en campo | 3 |
| 2.2.1.1 | Factor humano (personal de trabajo) | 4 |
| 2.2.1.2 | Aplicación del probiótico sobre el pellet y la lixiviación | 4 |
| 2.2.1.3 | Riesgo y peligro en la conservación | 4 |
| 2.2.1.4 | Manipulación del pellet durante la mezcla | 4 |
| 2.2.1.5 | Capacitaciones y entrenamiento del personal | 5 |
| 2.2.1.6 | Comprobación de resultados en base a los costos | 5 |
| 2.2.2 | Administración en el alimento desde la fábrica de balanceado..... | 5 |
| 2.3 | Mecanismos de acción de los Probióticos | 7 |
| 2.3.1 | Fuentes de nutrientes y contribución a la digestión enzimática | 8 |
| 2.3.2 | Inhibición competitiva de bacterias patógenas..... | 9 |
| 2.3.3 | Mejora de la respuesta inmune | 11 |
| 2.3.4 | Actividad antimicrobiana | 12 |
| 2.3.5 | Actividad antiviral | 13 |
| 2.3.6 | Inhibición del quorum sensing | 14 |
| 2.3.7 | Promotor de crecimiento | 14 |
| 2.4 | Probióticos: impacto en las enfermedades bacterianas y virales | 15 |
| 3 | CONCLUSIÓN | 17 |
| 4 | BIBLIOGRAFÍA..... | 18 |

1 INTRODUCCIÓN

La producción de camarón está constantemente amenazada por infecciones bacterianas y virales. Los problemas de enfermedades en la producción de camarón son complejos y no se conocen bien. La regulación sanitaria, la demanda por parte de los consumidores y sus estrategias de gestión sostenible han limitado la cantidad de medicamentos disponibles para tratar estos patógenos. Por lo tanto, para los productores de camarón consideran la calidad de la semilla, la etapa de cultivo y una dieta saludable son sus herramientas más valiosas para el control de enfermedades.

El concepto científico de probióticos tiene solo 47 años (Parker, 1974), e incluso ese concepto ha sido debatido durante mucho tiempo. Hasta donde sabemos, las primeras aplicaciones experimentales de la acuicultura son relativamente recientes (Kozasa, 1986) y se puede esperar algún apoyo científico sobre este tema. Sin embargo, la necesidad de una producción sostenible y el empirismo desarrollado antes de la racionalización científica ha llevado a un interés cada vez mayor en los tratamientos respetuosos con el medio ambiente. Cada vez más probióticos comerciales pueden verse como acuaristas, pero creo que este producto todavía es un poco loco. Ahora es el momento de considerar la tecnología de punta, desde el uso empírico hasta el uso de métodos científicos (Jimbo, 2017).

El uso de probióticos (microorganismos) para mejorar la resistencia a enfermedades y reforzar el estado nutricional del camarón es un método seguro y amigable con el medio ambiente (Martínez-córdova et al., 2015). Y los hacen actuando sobre el huésped, alterando las comunidades microbianas del huésped y ambientales, esto redundará en un mejor uso de los alimentos y mejoran el valor nutricional. Estimula la reacción de defensa frente a las enfermedades y mejora la calidad de los alimentos (Verschuere et al., 2000).

Existen muchos productos en el mercado que se utilizan como probióticos (Miandare et al., 2016; Xue et al., 2016; Ferreira et al., 2017; Javadi y Khatibi, 2017); Sin embargo, la

separación y caracterización de nuevas cepas es un área activa de investigación, especialmente aquellas separadas del medio ambiente como también del hospedador (Wang y Gu, 2010; Franco et al., 2016a; Franco et al., 2016b).

El objetivo principal de este trabajo es el de identificar los avances recientes en aditivos probióticos en alimentos balanceados que pudieran reducir y prevenir los efectos de enfermedades y aumentar la productividad y rentabilidad del cultivo de camarón.

2 CONTENIDO

2.1 Probióticos como aditivos en el alimento

Los probióticos suplementarios en la dieta significan la aplicación de cepas bacterianas beneficiosas utilizando aglutinantes como el aceite de hígado de bacalao. Huevos para obtener efectos microbiológicos beneficiosos y reducir los daños al medio ambiente. La mayoría de las formulaciones disponibles comercialmente contienen cepas o mezclas de *Lactobacillus*, *Saccharomyces cerevisiae*, bacterias nitrificantes, *Streptococci*, *Roseobacter* y *Bacillus sp.* (Kumar, Roy, & Kumar, 2016).

Los probióticos añadidos en alimentos se pueden usar como bioencapsulación de alimentos vivos como rotíferos y artemia salina. Según la FAO y la OMS, los organismos probióticos deben tener propiedades para sobrevivir en el intestino, como la resistencia al jugo gástrico y el contacto con la bilis, también es necesario proliferar en el tracto digestivo para colonizarlo y asegurar su eficacia y potencia durante toda la vida útil del producto. Los beneficios de los probióticos en los alimentos son su contribución a la digestión enzimática, inhibir microorganismos patógenos, actividad antimutagenica. Estos factores promueven el crecimiento, reducen la conversión alimenticia, mejoran la utilización de nutrientes, el apetito, la digestibilidad y mejoran la respuesta inmune del organismo cultivado (Lee, 2008).

2.2 Métodos de administración del probiótico en alimento.

La adición de probióticos en el alimento se puede realizar en el campo y en la fábrica de balanceado. En cada caso, hay muchos elementos a los que se le debe poner mayor interés para alcanzar la eficacia adecuada y necesaria de los probióticos (Casco, 2018).

2.2.1 Administración directa en el alimento en campo

El uso de probióticos en esta área implica una serie de casos como son:

2.2.1.1 Factor humano (personal de trabajo)

Depende mucho del factor humano a distintos niveles, desde el jefe de campo hasta el personal encargado de la aplicación del probiótico. Esto incluye la selección, activación, seguimiento cuidadoso, higiene y responsabilidad de los probióticos. Alcanzar un 100% en este caso es muy difícil (Casco, 2018).

2.2.1.2 Aplicación del probiótico sobre el pellet y la lixiviación

Esta actividad es muy trabajosa. Además, la suplementación con probióticos es solo externa. Los probióticos permanecen en el exterior de los pellets, lo que hace que la lixiviación del alimento sea mayor. Han determinado por experiencia que las sustancias utilizadas como pegantes (melaza, aceite) son muy importantes. Es el factor determinante en la lixiviación de probióticos en el agua de la piscina este puede ser de un 40 a 50 % (Casco, 2018).

2.2.1.3 Riesgo y peligro en la conservación

Es muy importante destacar el uso de sustancias fácilmente fermentables. No almacene alimentos "en contacto con probióticos" durante muchas horas, ya que los hongos, bacterias y levaduras pueden crecer y degradar la calidad microbiológica de los alimentos (Casco, 2018).

2.2.1.4 Manipulación del pellet durante la mezcla

Cuando se mezcla, la calidad del pellet se reduce significativamente. A medida que crece la cantidad de finos y polvos en la alimentación, la textura, forma y consistencia de los pellets disminuyen. Debido a la gran cantidad de pellet deteriorados y la gran cantidad de nutrientes de los pellets que se eliminan, reduce el valor nutricional del alimento y no se mezcla bien (Casco, 2018).

La calidad de los pellets se deteriora, lo que reduce la rentabilidad del negocio del camarón, lo que genera mayores niveles de desperdicio de alimento.

2.2.1.5 Capacitaciones y entrenamiento del personal

Este problema no es fácil de aplicar, principalmente en el seguimiento de esta actividad. Esto requiere capacitación de los empleados, concienciación de los trabajadores, selección de trabajadores, establecimiento de niveles de confianza y una supervisión más cercana por parte de los jefes de campo. Todo esto complica las operaciones de campo (Casco, 2018).

2.2.1.6 Comprobación de resultados en base a los costos

Los productores de camarón deben determinar la economía de la aplicación de probióticos en el alimento en el campo. Todos los elementos que se detallan anteriormente determinan el costo operativo final, como el riesgo de contaminación cruzada, el tiempo de activación, el espacio utilizado, el deterioro del producto al utilizarlo (Casco, 2018).

Lixiviación del probiótico, lixiviación de nutrientes del alimento, capacitación y manejo de nuevos empleados, fortalecimiento de la supervisión, etc. Todos estos tienen costos adicionales a considerar al calcular la utilidad y efectividad de los métodos de campo que aplican probióticos (Casco, 2018).

2.2.2 Administración en el alimento desde la fábrica de balanceado

Una empresa que fabrica alimento balanceado debe aspirar a garantizar beneficios proporcionales, pero también debe establecer objetivos para una producción sostenible y respetuosa con el medio ambiente. En este caso, el alimento se utiliza en piscinas camaroneras (Casco, 2018).

Por tal motivo, se realizó una investigación de campo en Ecuador con el objetivo de esclarecer los resultados obtenidos cuando se introdujeron probióticos en el pellet (implementado en plantas productoras de balanceado). Los resultados obtenidos fueron:

Para la materia orgánica del fondo, el uso de un alimento probiótico producido en fábrica tiene un efecto positivo ya que el contenido de materia orgánica no aumenta y reduce el impacto contaminante del alimento del fondo de la piscina. La materia orgánica al inicio fue de 2,47% y al final del experimento fue del 2,10%. Esto es muy beneficioso ya que ayuda a controlar mejor los elementos tóxicos que afectan principalmente la salud de los camarones debido a la descomposición del alimento no consumido. Este resultado no se observó en la dieta control, pero sí hubo un aumento de la materia orgánica en el área de suelo observada (al inicio 2,34%, y al final 4,68%) (Casco, 2018).

Para la biomasa obtenida, la primera muestra se tomó a las 4 semanas y se observó un mejor crecimiento y peso con el pienso probiótico (pienso con probiótico 1.39 g vs dieta control 0.98 g). Se obtuvo una tendencia similar a las 11 semanas (pienso con probiótico 10.91 g vs dieta control 10.01 g) (Casco, 2018).

Con respecto al peso por gramo, el peso de biomasa a las 11 semanas para el alimento probiótico fue más alto que la de control (1,900 vs 1,632 lbs / Ha) y el consumo de alimento probiótico fue menor (1,828 vs 1,992 lbs / Ha). Esto tuvo un efecto positivo en la eficiencia alimenticia y fue mejor con alimentos que contienen probióticos (C.A: 0.96 vs 1.22) (Casco, 2018).

Si la aplicación de probióticos se realiza en una fábrica de balanceado, las desventajas mencionadas anteriormente en la aplicación directa en campo se minimizarán efectivamente.

Con equipamiento especial es posible:

- Conseguir una excelente uniformidad del aditivo en cada pellet.
- Elimina el riesgo de que se presente una contaminación cruzada.
- El deterioro de la estructura del pellet debido al procesamiento se reduce significativamente y se reduce el nivel de polvo y finos.
- La tasa de lixiviación de nutrientes y aditivos drásticamente reducida en cada pellet.
- Mejora de parámetros productivos en la producción de camarón.

Otra parte muy importante es que los camareros se beneficien directamente de las investigaciones que realiza la empresa, en este caso las fábricas de balanceados, deben proporcionar lo siguiente:

- **Garantía:** para que funcione la prevención de las enfermedades del camarón, este alimento debe contener la cantidad necesaria de probiótico.
- **Confianza:** de que este alimento fue aplicado en piscinas camaroneras con resultados que incrementaron sus parámetros de producción.
- **Relajamiento:** elimina la necesidad de preocuparse por el manejo de probióticos en el campo, por lo que ese tiempo lo podrá dedicar a otras actividades del negocio.
- **Mejora económica:** mejorará los beneficios económicos del sector camaronero.

2.3 Mecanismos de acción de los Probióticos

La resistencia mejorada a la invasión de colonias y el efecto inhibitorio directo sobre patógenos reducen la incidencia y duración de la enfermedad. Las cepas probióticas han demostrado la capacidad de inhibir patógenos sea en campo como en laboratorio a través de varios mecanismos. En la última década se han publicado publicaciones sobre el mecanismo de acción de los probióticos en la acuicultura, pero no son muy claras y solo brindan una breve explicación. Se ocupa de la eliminación competitiva de patógenos, fuentes de nutrientes e insumos. La digestión enzimática, utilización directa de materia orgánica soluble

producida por bacterias, fortalece el sistema inmunológico frente a microorganismos patógenos y efecto antiviral (Kumar, Roy, & Kumar, 2016).

2.3.1 Fuentes de nutrientes y ayuda a la digestión enzimática

Una gran parte de la microbiota residente son los probióticos, ya que aporta en la salud y bienestar del huésped. La capacidad que poseen ciertas bacterias para adherirse al mucus del tracto intestinal, las células epiteliales y otros tejidos es una propiedad muy importante en la selección de cepas probióticas (Berrezueta, 2017).

Varias cepas del género *Bacillus spp.* y el género *Lactobacillus spp.* Se les ha reconocido por su capacidad de colonizar a favor del huésped. Se han aplicado probióticos al sistema digestivo para obtener bacterias beneficiosas de forma artificial o extrínseca (López, Aguirre, & Vázquez, 2013).

Los estudios realizados sobre el uso de probióticos han demostrado efectos beneficiosos sobre el proceso digestivo de los animales acuáticos. En peces, bacterias del género *Bacteroides* y *Clostridium sp.* Contribuyen a la nutrición del huésped aportando ácidos grasos y vitaminas. Otros microorganismos pertenecientes a los géneros *Brevibacterium sp.*, *Agrobacterium sp.*, *Microbacterium sp.*, *Staphylococcus sp.*, y *Pseudomonas sp.* Pueden contribuir a la nutrición de la trucha ártica (*Salvelinus alpinus*) (Berrezueta, 2017).

La microbiota endémica tiene la estructura, función y metabolismo esenciales para su función fisiológica en el tracto digestivo de los animales acuáticos, y es fuente de nutrientes, vitaminas, quitina, enzimas, p nitrophenyl-N acetyl- β D glucosamine celulosa. No está claro

si los probióticos en las dietas aumentan el apetito o si la naturaleza digestiva promueve el apetito, pero los investigadores tienden a sugerir que podría deberse a ambos factores. Además, destacan que es importante estudiar si los probióticos son realmente apetecibles en las especies acuícolas (Reid & Friendship, 2002).

En algunos casos, los efectos de los probióticos se deben a su capacidad para estimular o producir diferentes enzimas en el tracto intestinal (Aguirre et al., 2012).

2.3.2 Inhibición competitiva contra bacterias patógenas

Las bacterias probióticas acaparan espacio y requieren agua y nutrientes del fondo del estanque. También se necesita en el tracto digestivo del organismo, por lo tanto, la competencia reduce la probabilidad de brotes de enfermedades y la entrada de patógenos orgánicos (Sotomayor & Balcázar, 2003).

Los microorganismos disminuyen la invasión de microorganismos patógenos, principalmente al competir por los nutrientes y el espacio en su ambiente (López, Aguirre, & Vázquez, 2013).

La eliminación de competidores es el proceso mediante el cual una microbiota establecida evita la colonización por bacterias competidoras que desafían el mismo sitio. El objetivo de los probióticos es lograr un producto estable y una microbiota equilibrada en cultivo basada en la competencia por el sitio de unión, los nutrientes y la producción de sustancias inhibitorias (Wang, Z, & M, 2005).

Dado que el antagonismo es un fenómeno normal, las interacciones microbianas juegan un papel importante en el equilibrio entre competidores beneficiosos y microorganismos potencialmente patógenos. Sin embargo, el equilibrio de las comunidades microbianas está influenciado por métodos tradicionales de cultivo y condiciones ambientales que favorecen el crecimiento de ciertas especies bacterianas. La manipulación microbiana es un posible mecanismo para reducir o eliminar patógenos oportunistas, ya que se sabe que la microbiota gastrointestinal de los organismos acuáticos se ve alterada por la ingestión de otros organismos. La inhibición de la proliferación de otros microorganismos es un efecto directo, debido a la capacidad de los organismos endémicos para adaptarse a su entorno endémico o hábitat, según los principales estudios de acción posibles. En los sistemas de cultivo resulta tener un gran potencial. Por lo tanto, una mejor colonización, una mejor adhesión y una mejor exclusión de los microorganismos competidores en la superficie de la mucosa es un posible mecanismo de defensa contra los microorganismos patógenos al competir por los sitios de unión y los nutrientes (Leyton & Riquelme, 2008).

Se ha demostrado en un estudio que usando *Lactobacillus* existe una reducción en la adherencia de *Yersinia ruckens*, *Aeromonas salmonicida* y *Carnobacterium piscícola* a la mucosa intestinal en la trucha arco iris. En otros estudios, también se ha demostrado que los probióticos empleados en peces mejoran la resistencia y obtienen mayores crecimientos. Las bacterias probióticas tienen la capacidad de generar un sin número de sustancias químicas en el intestino del huésped, algunas de estas son: sideróforos, bacteriocinas, proteasas, peróxido de hidrógeno y lisozimas, que a su vez forman barreras, evitando el crecimiento de patógenos oportunistas y cambiando el pH del intestino a causa de la producción de ácidos orgánicos (Kumar, Roy, & Kumar, 2016).

Ciertos probióticos usados en la acuicultura están diseñados para adherirse a la superficie de la mucosa intestinal, según el principio de excluir a los competidores. Esta capacidad de unirse a las células epiteliales del intestino ayuda a activar el sistema inmunológico, y crear un equilibrio digestivo e intestinal (Aguirre et al., 2012).

Es importante que los microorganismos benéficos se establezcan cuando los organismos de cultivo son jóvenes o en sus primeras etapas (López, Aguirre, & Vázquez, 2013).

Algunos investigadores probaron varias cepas de vibrios, las cuales fueron *Vibrio harveyi* VIB571, *Vibrio mediterranei* 1, *Vibrio mediterranei* 4, y *V. fluvialis*. Asimismo, mostró actividad antagonista frente a *V. parahaemolyticus* y *Vibrio mediterranei*, en agar sólido. En camarón, los estudios se han centrado en las cepas probióticas a partir de *Pseudomonas* (PS-102), *Pseudomonas sp.*, *Bacillus cereus*, y *Paenibacillus polymyxa*, como agente de control biológico frente a diferentes cepas de Vibrios (Wang, Z, & M, 2005).

2.3.3 Mejoramiento de la respuesta inmune

Los organismos invertebrados dependen de la inmunidad no específica, el cual es un sistema que combate los microorganismos patógenos y puede ser estimulado por probióticos. Por tanto, se han apreciado casos en especies de *Bacillus sp.* (Cepa S11) que logran la activación de la capacidad protectora de las células humorales e inmunitarias del camarón tigre (*Penaeus monodon*) (Reid & Friendship, 2002). La estimulación del sistema inmunológico es uno de los factores que se consiguen gracias a los probióticos (López, Aguirre, & Vázquez, 2013).

Distintos trabajos han confirmado que al suministrar de forma oral *Clostridium butyricum* a la trucha arco iris mejora la resistencia de esta especie y la degradación del *Vibrio* al aumentar la fagocitosis de los leucocitos. Los probióticos producen moléculas de señal capaces de alterar el sistema inmunológico frente a los ataques de determinadas enfermedades y varios patógenos (Lightner & Pantoja, 2001).

Algunos probióticos tienen la capacidad de afectar la microbiota, reducir la cantidad de bacterias y producir sustancias antibacterianas que previenen enfermedades. Por ejemplo, determinadas cepas de *Lactobacillus acidophilus* producen los siguientes antibióticos: cidolin, acidofilina, y lactolin, este último ha sido estudiado por su fuerte actividad frente a patógenos como *Escherichia coli*, *Salmonella enterica*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Clostridium perfringens* y *Salmonella Typhimurium*. Los organismos genéticamente modificados que incorporan genes que codifican estas sustancias también pueden ser activos contra organismos que causan determinadas enfermedades (Sotomayor & Balcázar, 2003).

Estudios han demostrado que las bacterias probióticas incorporadas a los alimentos o cuerpos de inclusión de todo tipo pueden mejorar los componentes celulares y humorales del sistema inmunológico innato de muchas especies de peces y varios animales acuáticos, incluido el camarón (Kumar, Roy, & Kumar, 2016). También pueden utilizar inmunoestimuladores obtenidos de las paredes celulares de organismos microscópicos como bacterias Gram-negativas (lipopolisacárido), Gram-positivas (peptidoglicano) y algunos hongos (β 1,3-glucano), se pueden aplicar por inmersión e inyección, aunque la forma más conveniente es agregarlo al alimento (Balcázar, 2002).

2.3.4 Actividad antimicrobiana

Los probióticos mejoran la microbiota intestinal gracias a la acción antagonista de los ácidos orgánicos y la formación de bacterias. Alteran el metabolismo del microbioma para producir ácidos orgánicos de cadena corta, aumentan la ingesta de sodio y agua, reducen la motilidad del colon, promueven la buena salud del huésped y estimulan el sistema inmunológico. Proporciona protección contra infecciones, mayor aumento de peso y la reducción de las tasas de conversión de alimentos. El mecanismo de antagonismo entre los sitios de crecimiento de microorganismos patógenos y probióticos influye directamente de la selección de potenciales cepas probióticas, sin embargo, algunos patógenos de los peces son

capaces de proliferarse en zonas externas, pero si el patógeno se transmite a través del tracto digestivo, se pueden utilizar bacterias aisladas del intestino del organismo (Ishibashi & Yamazaki, 2001).

Un estudio sugiere que los cultivos probióticos también pueden provenir de zonas de crianza comunes como *Bacillus spp*, ya que las bacterias probióticas adaptadas externamente pueden limitar el crecimiento de patógenos, que suelen vivir en los sedimentos de los que se alimentan los camarones (Wang, Z, & M, 2005).

2.3.5 Actividad antiviral

Varias bacterias que se emplean como cepas probióticas son candidatas a poseer efectos antivirales. Se desconoce el mecanismo exacto, pero las pruebas de laboratorio han demostrado que factores químicos y biológicos, como extractos de algas y factores extracelulares bacterianos, pueden provocar la inactivación viral. Cepas de *Aeromonas sp.*, *Pseudomonas sp.*, grupos corineformes y *Vibrios sp.*, aislados de granjas de salmónidos mostraron actividad antiviral contra el *virus de la necrosis hematopoyética infecciosa*, reduciendo la placa en más del 50%. En los camarones, la respuesta inmune antiviral está mediada por receptores de reconocimiento de patrones (PRRs). Hasta la fecha, se han identificado 11 PRPs en camarones, que inducen respuestas antivirales efectivas y apropiadas, incluida la producción de diversas citocinas y la inducción de respuestas inmunitarias inflamatorias y adaptativas. Además, las dietas suplementadas con la cepa de *Bacillus megaterium* aumentaron la resistencia del camarón blanco al (WSSV) virus del síndrome de la mancha blanca. Se cree que ciertas proteínas virales VP68, VP281 y VP466 desempeñan en la mancha blanca un rol de factor infeccioso. Otro mecanismo de respuesta inmune antiviral es el ARN de interferencia (ARNi) aplicado para silenciar y degradar genes de virus en células eucariotas, silenciando así la transcripción y traducción de genes virales, además de bajar significativamente la mortalidad del camarón (Kumar, Roy, & Kumar, 2016).

2.3.6 Inhibición del quorum sensing

Varios autores señalan que QS (Quorum sensing) es un proceso de comunicación de células bacterianas. Por lo tanto, la interrupción del QS es una nueva estrategia anti infecciosa en la acuicultura. Los estudios han demostrado que el sistema mediado por AI 2 (auto inductor) es responsable de la patogenicidad de *V. harveyi* hacia la Artemia Franciscana. Esto podría sugerir que *V. harveyi* tiene QS variado dependiendo del huésped. Se ha informado que los estudios sobre algas (*Delisea pulchra*) son excelentes antagonistas de QS. Estos compuestos protegen a la Artemia y la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) de los efectos adversos de *Vibrio spp.* patógeno, cuando se agrega en la concentración adecuada. Las bacterias probióticas, por otro lado, pueden funcionar como disruptores de QS en los sistemas de acuicultura. Por lo tanto, determinar la concentración de moléculas de QS in vivo ayuda a comprender mejor la importancia de QS in vivo y también a dilucidar el mecanismo de acción de las bacterias destructoras de QS (Reid & Friendship, 2002).

2.3.7 Promotor de crecimiento

Uno de los efectos que se espera de los probióticos es aumentar la tasa de crecimiento del camarón de cultivo, ya que participa en la absorción de nutrientes, lo que permite una mejor asimilación de nutrientes y vitaminas. Varios autores evaluaron la aplicación de probióticos a la alimentación natural, el impacto del desarrollo en la tilapia de agua salada *Oreochromis mossambicus* criada en tanques de hormigón y una buena fuente de agua. Este estudio mostró que la tilapia mejoró el peso final, la ganancia de peso, tanto el factor de conversión alimenticio como la tasa de crecimiento en comparación con el tratamiento de control. También se mejora la calidad del agua, lo que permite controlar el crecimiento, el rendimiento y el rendimiento del fitoplancton. Se ha demostrado una mejoría tanto de crecimiento y supervivencia, gracias a los beneficios de los probióticos, en granjas de *Penaeus monodon* sin intercambio de agua, por lo que pueden considerarse como promotores

del crecimiento de los organismos, para la acuicultura y ofrecer muchos otros beneficios (Berrezueta, 2017).

2.4 Probióticos: impacto en las enfermedades bacterianas y virales

Los microorganismos que realizan una actividad probiótica pueden producir también sustancias o productos cuya función es la de impedir la proliferación de bacterias patógenas o en mayor medida acabar totalmente con estas, tenemos, por ejemplo: agentes antibacterianos (Pham et al., 2014; Ming et al., 2015), bacterocinas (Iyapparaj et al., 2013; Muñoz-Atienza et al., 2013; Ming et al., 2015) y ácidos orgánicos (Tejero-Sariñena et al., 2012; Fakruddin et al., 2017). Se realizó una evaluación de los efectos de cuatro cepas de *Bacillus* aisladas de los intestinos de camarones sanos sobre la supervivencia y el desarrollo de larvas de *L. vannamei*. Esto incluye el aislamiento y la caracterización de cada cepa: prueba de actividad hemolítica, prueba de resistencia frente a patógenos y resistencia a la infección por *Vibrio parahaemolyticus*, obteniendo resultados positivos de la actividad antagonista observada frente a *V. vulnificus*, *V. campbelli*, *Vibrio parahaemolyticus* y *Vibrio alginolyticus* y aumento de la supervivencia de la larva (Villaseñor, 2012).

Los probióticos no solo poseen actividad antibacteriana como pueden ser *Vibrio sp.* *Aeromonas sp.* además de *Pseudomonas sp.*, quienes poseen actividad antiviral, en el caso del (IHNV) virus de la necrosis hematopoyética infecciosa (Kamei et al., 1988). (Maeda et al., 1997) a partir de *Pseudoalteromonas undina*, se aisló una cepa que tuvo actividad antiviral en camarones (*Penaeus sp.*) y aumentó su supervivencia, estos fueron experimentalmente infectados con (SJNNV) el virus de la necrosis neuro Simaaji, Iridovirus y Baculo (Sánchez-Ortiz, 2016). Se descubrió que con la administración de bacterias del género *Bacillus*. en el alimento de *L.vannamei*, quienes ya presentan (WSSV) virus del síndrome de la mancha blanca, además de IHNV, se produce una reducción en los camarones de la infección viral, lo que provoca un mayor aumento de talla, mejor desarrollo, del mismo modo se estimuló el sistema inmune, que comparando con el grupo no tratado, genero mucha más supervivencia.

Tabla 1 Cepas Probióticas usadas en la dieta en los cultivos de camarón y su efecto

| Estadio | Especie probiótico | Especie crustáceo | Efectos benéficos | Referencia |
|-----------|---|-----------------------------|---|------------------------------|
| Postlarva | <i>Bacillus spp</i> | <i>Penaeus monodon</i> | Mejora la supervivencia frente a <i>Vibrio sp.</i> , mayor resistencia a estrés y un aumento en el crecimiento. | (Laranja et al., 2014) |
| Postlarva | <i>Bacillus sp.</i> | <i>Penaeus monodon</i> | Mejora la supervivencia frente a <i>Vibrio sp.</i> y estimula crecimiento. | (Rengpipat et al., 2003) |
| Postlarva | <i>Bacillus subtilis</i> | <i>Litopenaeus vannamei</i> | Mejora la supervivencia y estimula el crecimiento. | (Zokaeifar et al., 2012) |
| Postlarva | <i>Photosynthetic bacteria and Bacillus sp.</i> | <i>Litopenaeus vannamei</i> | Estimula el crecimiento (estimula la actividad proteasa, lipasa, amilasa y celulasa). | (Wang, 2007) |
| Postlarva | (Aquatech) Postlarval <i>Bacillus licheniformis</i> , <i>B. subtilis</i> y <i>B. subtilis subsp. subtilis</i> | <i>Litopenaeus vannamei</i> | Actividad antiviral, mejora la supervivencia, estimula el crecimiento y el sistema inmune. | (Sánchez-Ortiz et al., 2016) |
| Larva | <i>Bacillus endophyticus</i> | <i>Litopenaeus vannamei</i> | Inhibición de bacterias patógenas como: <i>V. harveyi</i> | (Villaseñor, 2012) |
| Larva | <i>Bacillus tequilensis</i> | <i>Litopenaeus vannamei</i> | Inhibición de bacterias patógenas como: <i>V. campbelli</i> | (Villaseñor, 2012) |
| Larva | <i>Bacillus licheniformis</i> | <i>Litopenaeus vannamei</i> | Inhibición de bacterias patógenas como: <i>V. parahaemolyticus</i> | (Villaseñor, 2012) |
| Larva | <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> | <i>Litopenaeus vannamei</i> | Inhibición de bacterias patógenas como: <i>V. parahaemolyticus</i> | (Villaseñor, 2012) |

3 CONCLUSIÓN

Los probióticos utilizados en los alimentos tienen un efecto positivo en los organismos cultivados, lo que hacen es alterar las comunidades microbianas que viven en nichos ecológicos, compiten con los patógenos, ayudan a la digestión y aumentan la digestibilidad a través de la producción de enzimas como amilasa, proteasa y lipasa, utilizando para su crecimiento la materia orgánica, a través de la producción de compuestos químicos como sideróforos, acidofilin, cidolin, acidos organicos, peróxido de hidrogeno, lactolin, bacteriocinas y lisozimas, estos se encargan de inhibir el desarrollo de microorganismos patógenos.

Todo esto se refleja en los probióticos utilizados en los alimentos para una mayor asimilación de los nutrientes esenciales, mayor digestibilidad, aumento de apetito, mejora del sistema inmunológico, un mayor crecimiento, supervivencia elevada y mejores factores de conversión de alimento, por lo que se llega a la conclusión que el uso de estos probióticos son una alternativa para prevenir enfermedades en los cultivos acuícolas, se han demostrado ser exitosas a través de la investigación sobre patógenos que frecuentemente afectan el proceso de cultivo, como son los *Vibrios spp.* Además de ofrecer muchas ventajas ya mencionadas, también es una alternativa amigable con el medio ambiente y el bienestar humano. Cabe señalar que algunos probióticos producen sustancias químicas o compuestos que pueden inhibir microorganismos patógenos como bacterias y virus, así como cortar o bloquear la comunicación de bacterias patógenas (quorum sensing). Además, el uso de los probióticos, debe tener una verificación y seguimiento, empezando desde su origen, las curvas de crecimiento y desarrollo, la composición, los aditivos, el período de activación de la cepa, los mecanismos de uso, etc. Ciertas características que deben poseer los probióticos son: Además de crecer en el tracto digestivo y formar colonias, también sobrevivir a su paso por los intestinos. El uso de microorganismos probióticos endémicos o naturales con el fin de adaptarse a su entorno endémico o ecológico, y así eliminar, adherir y colonizar, obteniendo así mecanismos de defensa contra los microorganismos patógenos.

4 BIBLIOGRAFÍA

1. Aguirre, G., Lara, M., Sánchez, J., Campa, A & Luna, A. (2012). The use of probiotics in aquatic organisms: A review. *African Journal of Microbiology*, Vol. 6(23), 4845-4857. doi:10.5897/AJMR11.1038.
2. Balcázar, J. (2002). *Uso de probióticos en acuicultura: Aspectos generales*. Universidad Técnica de Machala: Carrera de ingeniería Acuícola, Machala.
3. Berrezueta Espinoza, I. S. (2017). *Usos y Aplicaciones de probióticos en el cultivo de camarón y sus mecanismos de acción*. Universidad Técnica de Machala, Machala.
4. Casco, J. I. (2018). *Utilización de Probióticos en los alimentos de camarones Litopennaeus Vannamei*. AQUA FEED.
5. Fakruddin, M.; Hossain, M. N. y Ahmed, M. M. (2017). Antimicrobial and Antioxidant Activities of *Saccharomyces Cerevisiae* IFST062013, a Potential Probiotic. *BMC Complement Altern Med*, 17 (1), 64-68.
6. Ferreira, M. G. P.; Melo, F. P.; Lima, J. P. V.; Andrade, H. A.; Severi, W. y Correia, E. S. (2017). Bioremediation and Biocontrol of Commercial Probiotic in Marine Shrimp Culture with Biofloc. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 45 (1), 67-69.
7. Franco, R.; Arenal, A.; Martín, L.; Martínez, Y.; Santiesteban, D.; Sotolongo, J. et al. (2016a). *Psychrobacter* sp. 17-1 Enhances Growth and Survival in Early Postlarvae of White Shrimp *Penaeus vannamei* (Boone, 1931) (Decapoda, Penaeidae). *Crustaceana*, 89, (13), 1467-1484.
8. Franco, R.; Martín, L.; Arenal, A.; Santiesteban, D.; Sotolongo, J., Cabrera, H. et al. (2016b). Evaluation of Two Probiotics used During Farm Production of White Shrimp *Litopenaeus vannamei* (Crustacea: Decapoda). *Aquaculture Research*, 48, (4), 1936-1950.
9. Ishibashi, N. & Yamazaki, S. (2001). Probiotics and safety. *American Journal of Clinical Nutrition*, 73:465S-470S.
10. Iyapparaj, P.; Maruthiah, T.; Ramasubburayan, R.; Prakash, S.; Kumar, C.; Immanuel, G. et al. (2013). Optimization of Bacteriocin Production by *Lactobacillus* sp. MSU3IR Against Shrimp Bacterial Pathogens. *Aquatic biosystems*, 9 (1), 12-16.
11. Javadi, A. y Khatibi, S. A. (2017). Effect of Commercial Probiotic (Protexin®) on Growth, Survival and Microbial Quality of Shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Nutrition & Food Science*, 47 (2), 204-21.
12. Jimbo, J. (2017). *Uso de probióticos como alternativa a la prevención de enfermedades en el cultivo de camarón*. Universidad Técnica de Machala: Carrera de ingeniería Acuícola, Machala.
13. Kamei, Y.; Yoshimizu, M.; Ezura, Y. y Kimura, T. (1988). Screening of Bacteria with Antiviral Activity from Fresh Water Salmonid Hatcheries. *Microbiology and Immunology*, 32 (1), 67-73.
14. Kozasa, M. (1986) Toyocerin (*Bacillus toyoi*) as growth promotor for animal feeding. *Microbiologie-Aliments Nutrition* 4, 121-135.

15. Kumar, V., Roy, S., & Kumar, D &. (2016). Application of Probiotics in Shrimp Aquaculture: Importance, Mechanisms of Action, and Methods of Administration. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 24: 4, 342-368.
16. Laranja, J. L. Q.; Ludevese-Pascual, G. L.; Amar, E. C.; Sorgeloos, P.; Bossier, P. y De schryver, P. (2014). Poly- β -hydroxybutyrate (PHB) Accumulating *Bacillus* spp. Improve the Survival, Growth and Robustness of *Penaeus monodon* Postlarvae. *Veterinary microbiology*, 173 (3), 310-317.
17. Lee, E. (2008). Problems and verification system of probiotics as livestock environment improving agent produced and circulated. *Korean Journal of Microbiology and Biotechnology*, 36: 87-95.
18. Leyton, Y. & Riquelme, C. (2008). Vibrios en los sistemas marinos costeros. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 43(3) 441-456.
19. Lightner, D. V. & Pantoja, C. R. (2001). Manual para el diagnóstico de enfermedades del camarón.
20. López, E., Aguirre, G. & Vázquez, M. (2013). Probióticos, una herramienta en la producción pecuaria y acuícola. *Scientia Agropecuaria*.
21. Maeda, M.; Nogami, K.; Kanematsu, M. y Hirayama, K. (1997). The Concept of Biological Control Methods in Aquaculture. In *Live Food in Aquaculture* (pp. 285-290). Netherlands: Springer.
22. Martínez-Córdova, L. R.; Emerenciano, M.; Miranda-Baeza, A. y Martínez-Porchas, M. (2015). Microbial-Based Systems for Aquaculture of Fish and Shrimp: an Updated Review. *Reviews in Aquaculture*, 7 (2), 131-148.
23. Miandare, H. K.; YarahmadI, P. y Abbasian, M. (2016). Immune Related Transcriptional Responses and Performance of *Litopenaeus vannamei* Post Larvae Fed on Dietary Probiotic PrimaLac®. *Fish & Shellfish Immunology*, 55 (1), 671-678.
24. Ming, L.; Zhang, Q.; Yang, L. y Huang, J.-A. (2015). Comparison of Antibacterial Effects between Antimicrobial Peptide and Bacteriocins Isolated from *Lactobacillus plantarum* on Three Common Pathogenic Bacteria. *International Journal of Clinical and Experimental Medicine*, 8 (4), 5806-5811.
25. Muñoz-Atienza, E.; Gómez-Sala, B.; Araujo, C.; Campanero, C.; Del Campo, R., Hernández, P. E. et al. (2013). Antimicrobial Activity, Antibiotic Susceptibility and Virulence Factors of Lactic Acid Bacteria of Aquatic Origin Intended for Use as Probiotics in Aquaculture. *BMC Microbiol*, 13 (1), 15-20.
26. Parker, R.B. (1974) Probiotics. The other half of the antibiotics story. *Animal Nutrition and Health* 29, 4-8.
27. Pham, T. T.; Ho, H. N., y Nguyen, V. D. (2014). Screening for Bacteriocin Like Antimicrobial Activity Against Shrimp Pathogenic Vibrios and Molecular Identification of Marine Bacteria from Otter Clam *Lutraria philippinarum*. *The Thai Journal of Veterinary Medicine*, 44 (3), 345-350.
28. Reid, G., & Friendship, R. (2002). Alternatives to antibiotic use: probiotics for the gut. *Animal Biotechnology*, 13:97-112.
29. Rengpipat, S.; Tunyanun, A.; Fast, A. W.; Piyatiratitivorakul, S. y Menasveta, P. (2003). Enhanced Growth and Resistance to *Vibrio* Challenge in Pond-Reared Black

- Tiger Shrimp *Penaeus monodon* Fed a *Bacillus* probiotic. *Dis Aquat Organ*, 55 (2), 169-173.
30. Sánchez-Ortiz, A. C.; Angulo, C.; Luna-González, A.; Álvarez-Ruiz, P.; Mazonsuastegui, J. M. y Campa-Cordova, A. I. (2016). Effect of mixed *Bacillus spp* Isolated from Pustulose ark *Anadara tuberculosa* on Growth, Survival, Viral Prevalence and Immune-Related Gene Expression in Shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Lett Appl Microbiol*, 59, 95-102.
 31. Sotomayor, M. & Balcázar, J. (2003). Inhibición de vibrios patógenos de camarón por mezclas de cepas. *Revista AquaTIC*.
 32. Tejero-Sariñena, S.; Barlow, J.; Costabile, A.; Gibson, G. R. y Rowland, I. (2012). In vitro Evaluation of the Antimicrobial Activity of a Range of Probiotics Against Pathogens: Evidence for the Effects of Organic Acids. *Anaerobe*, 18 (5), 530-538.
 33. Verschuere, L.; Rombaut, G.; Sorgeloos, P. y Verstraete, W. (2000). Probiotic Bacteria as Biological Control Agents in Aquaculture. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 64 (4), 655-671.
 34. Villaseñor, I. E. (2012). Efecto de probióticos en la modulación de la microbiota intestinal y respuesta inmune del camarón blanco *Litopenaeus vannamei*. Baja California: Centro de Investigaciones Biologicas del Noroeste, S.C.
 35. Wang, Y. B., Z, R. X., & M, S. X. (2005). The effectiveness of comercial probiotics in northern white shrimp (*Penaeus vannamei*) ponds. *Fish. Sci*, 71: 1036-1041.
 36. Wang, Y. y Gu, Q. (2010). Effect of Probiotics on White Shrimp (*Penaeus vannamei*) Growth Performance and Immune Response. *Marine Biology Research*, 6 (3), 327-332.
 37. Wang, Y.-B. (2007). Effect of Probiotics on Growth Performance and Digestive Enzyme Activity of the Shrimp *Penaeus vannamei*. *Aquaculture*, 269 (1-4), 259-264.
 38. Xue, M.; Wen, C.; Liang, H.; Ding, M.; Wu, Y. y Li, X. (2016). In vivo Evaluation of the Effects of Commercial *Bacillus* Probiotics on Survival and Development of *Litopenaeus vannamei* Larvae during the Early Hatchery Period. *Aquaculture Research*, 47 (5), 61-69.
 39. Zokaeifar, H.; Balcazar, J. L.; Saad, C. R.; Kamarudin, M. S.; Sijam, K.; Arshad, A. et al. (2012). Effects of *Bacillus subtilis* on the Growth Performance, Digestive Enzymes, Immune Gene Expression and Disease Resistance of White Shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Fish Shellfish Im-munol.*, 33 (4), 683-689.