

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA

"ENFERMEDADES BACTERIANAS MAS COMUNES EN LA LARVICULTURA DEL CAMARON BLANCO <I>(LITOPENAEUS VANNAMEI)</I> Y SUS METODOS DE CONTROL"

OTERO GONZALEZ JORGE PATRICIO INGENIERO ACUÍCULTOR

MACHALA 2018



UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA

"ENFERMEDADES BACTERIANAS MAS COMUNES EN LA LARVICULTURA DEL CAMARON BLANCO <I>(LITOPENAEUS VANNAMEI)</I> Y SUS METODOS DE CONTROL"

OTERO GONZALEZ JORGE PATRICIO INGENIERO ACUÍCULTOR

MACHALA 2018



UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA

EXAMEN COMPLEXIVO

"ENFERMEDADES BACTERIANAS MAS COMUNES EN LA LARVICULTURA DEL CAMARON BLANCO <I>(LITOPENAEUS VANNAMEI)</I> Y SUS METODOS DE CONTROL"

OTERO GONZALEZ JORGE PATRICIO INGENIERO ACUÍCULTOR

ECHEVERRIA ESPINOZA EDISON MODESTO

MACHALA, 10 DE ENERO DE 2018

MACHALA 10 de enero de 2018

Nota de aceptación:

Quienes suscriben, en nuestra condición de evaluadores del trabajo de titulación denominado "ENFERMEDADES BACTERIANAS MAS COMUNES EN LA LARVICULTURA DEL CAMARON BLANCO <i>(Litopenaeus vannamei)</i>
Y SUS METODOS DE CONTROL", hacemos constar que luego de haber revisado el manuscrito del precitado trabajo, consideramos que reúne las condiciones académicas para continuar con la fase de evaluación correspondiente.

ECHEVERRIA EST NOZA EDISON MODESTO 07/01/658346

TUTOR - ESPECIALISTA 1

SOLANO MOTOCHÉ GALO WILFRIDO

|0703062083 ESPECIALISTA 2

QUIZHPE CORDERO PATRICIO FREDY

0701801979 ESPECIALISTA 3

Der An Paris von der S. Lett. Von Machain Panger. Left. 29(33a); [38(34a) [28(34a)]28(34a)



Urkund Analysis Result

Analysed Document: TESINA OTERO.pdf (D34145590)

Submitted: 12/21/2017 9:35:00 PM

Submitted By: eecheverria@utmachala.edu.ec

Significance: 5 %

Sources included in the report:

http://docplayer.es/56958100-Revista-mexicana-de-ciencias-farmaceuticas-issn-asociacion-farmaceutica-mexicana-a-c-mexico.html

Instances where selected sources appear:

3

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

El que suscribe, OTERO GONZALEZ JORGE PATRICIO, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado "ENFERMEDADES BACTERIANAS MAS COMUNES EN LA LARVICULTURA DEL CAMARON BLANCO <i>(Litopenaeus vannamei)</i>

Y SUS METODOS DE CONTROL.", 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 dispociones 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, 10 de enero de 2018

Jone Otero

OTERO GONZALEZ JORGE PATRICIO

0703292979

UNIVERSIDAD TECNICA DE MACHALA UNIDAD ACADEMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA

TRABAJO DE TITULACIÓN PARA OPTAR POR EL GRADO DE INGENIERO ACUACULTOR

"ENFERMEDADES BACTERIANAS MÁS COMUNES EN LA LARVICULTURA DEL CAMARÓN BLANCO (Litopenaeus vannamei) Y SUS MÉTODOS DE CONTROL"

OTERO GONZÁLEZ JORGE PATRICIO INGENIERO ACUICULTOR

TUTOR

ECHEVERRIA ESPINOZA EDISON MODESTO

MACHALA

2018

RESUMEN

En el Ecuador la larvicultura de camarón blanco (Litopenaeus vannamei) se crea con el fin de satisfacer la creciente demanda de postlarvas en el sector camaronero, ya que la larva silvestre no era suficiente. Con el pasar de los años esta actividad se ha establecido como la única para la obtención de juveniles aptos para el cultivo de camarón en engorde, sin embargo esta actividad presenta desafíos a la hora de mantener la salud del animal en óptimas condiciones ya que se ve afectada por diferentes enfermedades entre las cuales las de origen bacteriano son las más comunes. Debido a estos inconvenientes los profesionales de esta área han venido aplicando diferentes métodos de control, con el único fin de minimizar el impacto de dichas enfermedades, los cuales han venido innovando al pasar los años y obteniendo diferentes tipos de resultados. Dichos métodos son el terapéutico (Antibióticos) y el profiláctico (Ácidos orgánicos, probióticos y prebióticos). El primero se aplica cuando el patógeno se encuentra en desarrollo dentro del organismo del animal, mientras que el segundo en mención tiene por objeto la prevención de la enfermedad por medio de la mejora de la actividad inmune del animal. En larvicultura para el control de enfermedades bacterianas se utiliza antibióticos como Enrofloxacina, Oxitetraciclina y Florfenicol ya que debido a su mecanismo de acción inhibe el crecimiento de bacterias siempre y cuando se lo utilice en dosis adecuadas. No obstante para llevar una larvicultura sustentable lo más recomendado es la prevención por medio de método Profiláctico.

Palabras clave: Camarón, Enfermedades, Tratamientos, Sistema Inmune, Prevención.

ABSTRACT

In Ecuador, the white shrimp larviculture is created in order to satisfy the growing demand for young in the shrimp sector, since the wild larvae was not enough, and over the years this activity has been established as the only one for obtaining juveniles suitable for the cultivation of white shrimp in fattening, but on the other hand this activity presents challenges when it comes to maintaining the health of the animal in optimal conditions since it is affected by different types of diseases among which those of origin bacterial are the most common. Due to these drawbacks, the competent professionals in this area have been applying different control methods, with the sole purpose of minimizing the impact of these diseases, which have been innovating over the years and obtaining different types of results. Two methods are the therapeutic (Antibiotics) and the prophylactic (organic acids, probiotics and prebiotics), the first to be mentioned is intended to apply when the pathogen is developing in the body of the animal, while the second mentioned purpose the prevention of the disease by means of the improvement of the animal's immune activity. In larviculture for the control of bacterial diseases antibiotics such as enrofloxacin, oxytetracycline and florfenicol are used since due to its mechanism of action it inhibits the growth of bacteria as long as it is used in adequate doses. Although to carry a sustainable larviculture the most recommended is the prevention by means of Prophylactic method.

Keywords: Shrimp, Diseases, Treatments, Immune System, Prevention.

Contenido

| 1. INTRODUCCIÓN | 6 |
|--|---|
| 2. DESARROLLO | |
| 2.1. Ciclo biológico del camarón | |
| 2.2. Estadios Larvarios del Camarón | |
| 2.2.1. Nauplio | |
| 2.2.2. Protozoes | |
| 223. Myris | |
| 2.2.4. Postlarvas | |
| 3. ENFERMEDADES BACTERIANAS MÁS COMUNES | |
| 3.1. Bacterias luminiscentes | 9 |
| 3.1.1. Signos clínicos | |
| 3.2. Studrome de las bolitas | |
| 3.2.1. Bolita: blanca: | |
| 3.2.2. Bolita: negra: | |
| 3.3. Epibiontes Bacterianos | |
| 4. MÉTODOS DE CONTROL DE ENFERMEDADES | |
| 4.1. Métodos profilácticos | |
| 4.1.1. Probióticos | |
| 4.1.2. Prebióticos | |
| 4.1.3. Ácido: Orgánico: | |
| 4.2. Métodos Terapéutico | |
| 4.2.1. Autibióticos | |
| 4.2.2. Autibióticos usados en larvicultura | |
| 4.2.2.1. Oxitetraciclina (OTC) | |
| Mecanismo de acción | |
| 4.2.2. Enrofloxacina | |
| | |
| 4.2.2.3. Florfenicol (FF) | |
| | |
| Mecanismo de acción | |
| 4.3. Autibióticos prohibidos en la acuicultura | |
| 5. CONCLUSIONES | |
| | |

INDICE DE TABLAS

| Tabla | 1. Enfermedades bacterianas en larvicultura de camarones peneidos | 9 |
|----------|---|----|
| Tabla 2. | Drogas prohibidas por la FDA para su uso veterinario | 15 |

1. INTRODUCCIÓN

La actividad camaronera en el Ecuador se origina en el año 1968, en la provincia de El Oro, cuando un grupo de empresarios de la zona dedicados a la agricultura empezaron la actividad al mirar que en pequeños estanques aledaños a los estuarios crecía el camarón. Para 1974 ya existían alrededor de 600 ha dedicadas al cultivo de este crustáceo.

Las tierras dedicadas a la producción camaronera se extendieron en forma regular hasta mediado de la década de los 90, donde no sólo aumentaron las empresas que invirtieron en los cultivos, sino que se instauraron nuevas plantas empacadoras, laboratorios para la producción de larvas y fábricas para elaborar alimento balanceado, así como un gran grupo de industrias que producen insumos para la actividad acuícola. (FAO, 2016)

Los diferentes ambientes de producción ocasionan el crecimiento de distintas especies de bacterias, siendo las del género *Vibrio* las que más destacan en camarones, así como las causantes de enfermedades, mortalidades y pérdidas económicas en el cultivo. (Aguirre Guzman, Lopez Acevedo y Vázquez Sauceda, 2013)

La problemática de la acuacultura a nivel mundial son las enfermedades bacterianas y la necesidad de desarrollar producciones sustentables es urgente. (Lara Espinoza, et al., 2015)

En la actualidad uno de los más grandes desafíos en larvicultura de camarón *L. vannamei* es el tratamiento adecuado que se le da a las infecciones de origen bacteriano, ya que estas enfermedades si no se controlan a tiempo causan perjuicios considerables dentro de la producción de larvas, así como en el medio ambiente.

Debido a estos inconvenientes han venido aplicando diferentes métodos de control, con el único fin de minimizar el impacto de dichas enfermedades, los cuales se han venido innovando con el pasar los años y obteniendo diferentes tipos de resultados.

Dichos métodos son el terapéutico y el profiláctico, el primero en mención tiene por objeto aplicarse para contrarrestar al patógeno se encuentra en desarrollo dentro del organismo del animal, mientras que el segundo en mención ayuda a la prevención de la enfermedad por medio de la mejora de la actividad inmune del animal.

En base a todo lo mencionado el objetivo de este trabajo bibliográfico, es revisar las enfermedades bacterianas más comunes en la producción de postlarvas de *L. vannamei* y

conocer los métodos que permitan controlar y prevenir las infecciones de origen bacteriano que se presentan en esta etapa.

2. DESARROLLO

2.1. Ciclo biológico del camarón

El género Litopenaeus tiene un ciclo de vida de unos 18 meses, va desde huevo; pasa por tres estadios larvales, luego se convierte en juvenil hasta llegar a adulto (Torres, 1991), el cual copula y desova en mar abierto. (Carvajal y Bolaños, 2013)

(Ramos, 2000) El camarón blanco pasa por un gran número de metamorfosis en su fase larvaria, para luego migrar hacia la costa durante su ciclo de vida demeral y meroplanctonica, sin embargo al llegar a juveniles y adultos, regresan al mar abierto.

La cópula ocurre siempre y cuando se alcance la madurez gonadal y se da con mayor frecuencia en aguas oceánicas, los huevos eclosionan entre las 18-24 horas después de haber sido liberados y una vez eclosionados pasan cinco subestadios naupliares, tres de protozoea y tres de mysis, hasta llegar a ser una postlarva. El desarrollo larval se da entre 14 y 18 días dependiendo de temperatura y alimento disponible (Santos, et al., 2009)

Las postlarvas de *L. vannamei* llegan a los esteros, provenientes del mar ayudados por las mareas. En este etapa de su vida el camarón presenta ya forma de adulto, sin embargo sufre un sin número de cambios internos y externas que al final dan como resultado el cambio de hábitos alimenticios y de hábitat (Ceballos, et al., 2008)

2.2. Estadios Larvarios del Camarón

2.2.1. Nauplio

Este primer estadio se caracteriza por presentar un marcado fototactismo positivo su cuerpo es periforme; con solo tres pares de apéndices que cumplen una función natatoria, el nauplio no se alimenta del medio externo y consume sus reservas. Presentan cinco sub-estadios necesitan 42 horas antes de llegar al siguiente etapa larval. (Soluap, 1998)

2.2.2. Protozoea

Este estadio se caracteriza por tener el cuerpo dividido en cefalotórax y abdomen o pleon. Las antenas y anténulas son los principales órganos locomotores, su desplazamiento es vertical. Presenta ojos compuestos y un telson espatulado, los urópodos aparecen en el tercer subestadio. Este estadio de Zoea presenta 3 sub estadios. (Soluap, 1998)

2.2.3. **Mysis**

En este estadio las larvas presentan características similares a las de un camarón adulto. Se divide en tres subestadios. Su natación es de cabeza dando brincos, ya que su cefalotórax está más desarrollado que la cola y están en plena de formación los pleópodos. Suele durar entre 5 a 6 días y su tamaño llega a 5 mm de longitud aproximadamente (Soluap, 1998).

2.2.4. Postlarvas

En esta etapa ya termina su proceso de metamorfosis y se asemeja en su forma a un animal adulto, excepto en su parte rostral y en sus órganos reproductores. Llega a las costas para nutrirse de una gran variedad de alimentos disponibles y también para protegerse de algunos depredadores. El tamaño de la postlarvas es de 7 a 11 mm al llegar a su etapa de juvenil retorna a mar abierto.

Soluap (1998) Indica que las postlarvas provenientes de los sistemas naturales son altamente resistentes a las condiciones ambientales, puesto que son productos de la selección natural.

El *L.vannamei*, tiene un rostro acortado, ancho en su cabeza y fino en su extremo anterior. Cuando alcanza los 5 mm de largo el rostro presenta 3 a 4 dientes en su parte dorsal (Fennuci & Mallo, 2004)

3. ENFERMEDADES BACTERIANAS MÁS COMUNES

Las principales enfermedades en el desarrollo larvario del *L. vannamei* son de origen bacteriano y estas a su vez causan pérdidas considerables de población, si no son controladas a tiempo, uno de los patógenos principales que se encuentra en estos sistema de cultivo son las bacterias del género Vibrio, presentes en casi todos los lugares donde se cultivan larvas (Lightner y Redman, 1998).

Sin embargo cabe recalcar que las infecciones que se presentan son originadas por bacterias oportunistas que atacan cuando las larvas se debilitan por algún factor biótico o abiótico. Hay enfermedades bacterianas que se transmiten al desovar los huevos, estos se contaminan con las heces fecales de la madre que están en el medio acuático y al eclosionar, las bacterias se adhieren a los nauplios y luego se propagan en el tanque de larvicultura y horizontales que se adquieren durante el proceso de desarrollo larvario debido a varios factores como: mala alimentación, mala calidad de agua, algas contaminadas con altas concentraciones bacterianas.

Tabla 1. Enfermedades bacterianas más comunes en el desarrollo larvario de camarones peneidos.

Estadios larvarios

Bacterias luminiscentes

Bolitas blancas ó Síndrome de Zoea II

Epibiontes bacterianos

Fuente: enfermedades infecciosas más comunes en la camaronicultura en México y el impacto del uso de antimicrobianos. (Gomez, Guerra, y Guerra Flores, 2001)

3.1.Bacterias luminiscentes

Estas bacterias son las causantes de grandes mortalidades en los laboratorios de producción de larva de camarón, se da generalmente a partir del estadio de mysis.

Durante las mortalidades se han aislado principalmente especies de *Vibrio harveyi* y *V. splendidus*, aunque, en la mayoría de los casos la identificación bacteriana es deficiente (Gomez, et al., 2001).

3.1.1. Signos clínicos

Las larvas que presentan infecciones con estas bacterias se caracterizan por una colonización masiva en apéndices, en el tracto digestivo. Según el avance de la infección las bacterias colonizan el intestino medio y el hepatopáncreas para luego convertirse en una septicemia generalizada (Lightner, 1993).

Lavilla- Pitogo, (1995) Reporto densos cúmulos de bacterias en el hemocele de larvas moribundas. Este grupo de bacterias pueden ser visibles en las larvas por la noche y es muy importante observar si la luminiscencia está presente en las larvas y no en el agua.

Para el diagnóstico es necesario aislar la bacteria, escogiendo las larvas que presentan cuadros característicos de la enfermedad. El aislamiento se realiza sembrando en agar TCBS un macerado de larvas. Una gran cantidad de colonias de color verde es indicativo de esta enfermedad (Gomez, et al., 2001).

Etas bacterias pueden controlarse mediante la utilización de antibióticos, sin embargo la adquisición de resistencia de bacterias luminiscentes a diversos antibióticos es de rápida formación, solo el cloranfenicol y algunos nitrofuranos son eficaces. (Baticados, Lavilla-Pitogo, Cruz-Lacierda, Pena y Sunaz, 1990)

Nunca se debe utilizar antibióticos como preventivos sino como curativos, debidos a la capacidad que tienen las bacterias de mutar y ser resistentes a cualquier fármaco.

3.2. Síndrome de las bolitas

3.2.1. Bolitas blancas

Se caracterizan por que en la hepatopáncreas se observan pequeñas formaciones de color blanco llamadas "bolitas blancas". Estas bolitas son descamaciones celulares del hepatopáncreas que a la vista tiene forma esférica, pueden ser vistas en el tracto digestivo. Se piensa que esta enfermedad es a causa de una reacción a la presencia de toxinas bacterianas (*Vibrio spp.*), o en menor número al efecto de metales pesados. Esta enfermedad es más conocida como el síndrome de Zoea II. *V.harveyi* ha sido asociado con esta enfermedad y las larvas infectadas presentan baja alimentación, nado errático, mortalidades elevadas (Gomez, et al., 2001).

Morales,(2004) "El Síndrome de Zoea II es una enfermedad que causa mortalidades altas en esta etapa. En Ecuador, se encontró que el agente causal de esta enfermedad es V. harveyi, aunque otros autores han informado la posible presencia de bacterias intracelulares. Esta infección fue detectada por primera vez en el año de 1993 en cultivos de camarón *L.vannamei* en Ecuador, México y Estados Unidos"

3.2.2. Bolitas negras

Al no ser una enfermedad de origen bacteriano directo se la incluye de manera breve en este documento porque es muy común que se la asocie de manera errónea con una forma de "bolitas blancas". Las bolitas en este caso contienen una sustancia obscura que se la identifica como clorofila, estas bolitas posiblemente se deban a bacterias que producen toxinas y estas a su vez causan desordenes metabólicos y mala digestión. El origen de esta enfermedad aun es desconocido. (Gomez, et al., 2001)

3.3. Epibiontes Bacterianos

Los epibiontes ciliados son los principales causantes de afecciones sanitarias en el cultivo de *L. vannamei* (Cabrera y Rubio, 2012).

Son organismos que se alojan en el exoesqueleto de los crustáceos en cualquier estadio de desarrollo (Johnson, 1989). Aunque esta enfermedad no está catalogada como infección, pero su incidencia que puede tener en el cultivo es importante.

El principal epibionte de origen bacteriano es *Leucothrix mucor*, y se encuentra en crustáceos bentónicos, huevos, larvas y detritus. Es una bacteria que presenta filamentos, dimensiones variables, saprofita que penetra al exoesqueleto del crustáceo, se la puede encontrar en casi todas las especies del genero *Penaeus*. (Gomez, Guerra, & Guerra Flores, 2001)

Su presencia es indicador de altas concentraciones de nutrientes en el agua, ya que su alimentación depende de estos nutrientes. Suelen estar adheridos a los apéndices, pero en general en las branquias, llegando a obstaculizar el intercambio gaseoso por cubrimiento total de las lamelas branquiales y provocar muerte por asfixia. (Gomez, et al., 2001)

3.4. Otras enfermedades dentro del cultivo larvario

Otras enfermedades tales como Baculovirus penaei (BP), Necrosis hipodérmica y hematopoyética infecciosa (IHHNV) (Guevara & Alfaro, 2012), hongo de tipo *Lagenidium*, cuando estas se presentan en el cultivo ocasionan crecimientos deficientes, retrasos en muda, disparidad de tallas y mortalidad.

4. MÉTODOS DE CONTROL DE ENFERMEDADES

Existen varios métodos de control para prevenir y curar enfermedades bacterianas y que son permitidas en nuestro país como son: probióticos, prebióticos y los antibióticos.

4.1. Métodos profilácticos

El mecanismo más adecuado y saludable para el control de enfermedades es la prevención, mediante el control adecuado de los parámetros para evitar el stress de las larvas y la correcta dosificación de los alimentos para mantener una buena calidad de agua en el tanque y así se evitara que las bacterias oportunistas se hagan presente y produzca enfermedades.

Para lograr Inocuidad en el cultivo es necesario contar con buenas prácticas de manejo dentro de cultivo acuático. (Campos , Muñoz, Sanchez, Capurro , y LLánes, 2012)

4.1.1. Probióticos

Son alimentos complementarios a base de microorganismos vivos como: Aeromonas, Bacilos, Lactobacilos, Streptococos, Levaduras, Microalgas, Pseudmonas, Vibrios. (Lopez-Acevedo, Aguirre-Guzman, y Vázquez-Sauceda, 2013)

Melgar, Barva, Alvarez, Tovilla y Sanchez, (2013) Indican que el uso de probióticos facilita la asimilación del alimento mediante la mejora del medio en donde se encuentra el animal.

Los probióticos bajan considerablemente la conversión alimenticia, aumentan la respuesta frente a enfermedades, y mejora la calidad de agua (Villamil y Martínez, 2009).

Garcia y Menezes, (2015) Indican que los probióticos previenen y reducen infecciones causadas por patógenos, regulando la flora intestinal, mejorando la digestión y activando de mejor manera el sistema inmune.

Villamil y Martinez, (2009) La mayoría de probióticos utilizados en acuacultura son a base de bacterias acido-lácticas, como Lactobacilos y Lactococcus. Estas bacterias no representas daños a la salud de quien los consume. (Holzapfel, Haberer y Kratz, 1999)

Los probióticos pueden utilizarse tanto en la dieta balanceada como en el agua y actuan como biorremediadores eficientes incrementando el desarrollo de bacterias benéficas y desplazando bacterias patógenas del medio.

La gran mayoría de probióticos que son utilizados en el alimento tienen la característica de ser en esporas, añadiendolos directamente en el pienso, sin embargo se debe llevar un seguimiento de control, efecto y viabilidad. (Kumar, Roy, Kumar, D y Kumar, U, 2016) Diaz y Montes, (2012) Concluyen que el uso de probióticos (*Bacillus* sp., *Enterococcus* sp., *Pediococcus* sp. *y Lactobasillus* sp) durante la producción de larva de *L.vannamei* evita el uso de químicos (yodo o formalina) para el tratamiento de enfermedades del camarón. La sobrevivencia larval obtenida demuestra que el ensayo con probiótico alcanzó una sobrevivencia del 42%, frente a un 30% de sobrevivencia del testigo.

Milián, et al., (2014) Coinciden en decir que la cepa especie *Bacillus subtilis* presenta enormes características de actividad probiótica, y su utilización se da como aditivo nutricional en animales.

4.1.2. Prebióticos

Son alimentos metabolizados selectivamente por bacterias benéficas del tracto digestivo, que promueven la modulación dietética de la microfauna intestinal y por ende mejora la salud del animal al estimular la concentración y actividad de las Bifidobacterias y Lactobacilos (Manning y Gibson, 2004).

Al no presentar toxicidad ni residualidad, los prebióticos tienen un enorme potencial como activadores del sistema inmune. Además no generan dependencia ni secuelas negativas en los organismos de cultivo o en el medio. Al no requerir mayor desgaste energético para metabolizarse el crecimiento no se ve afectado y su uso puede ser recurrente (Thanardkit, Khunrae, Suphantharika, & Verduyn, 2002).

Resultados de un ensayo demostraron que el uso de un prebiótico comercial, mejoró considerablemente sobrevivencia, rendimiento en libras y por ende un mejor índice en el FCA de la piscina tratada en comparación con el testigo (ALPE, 2004)

Lopez Alcantara, y otros, (2013) Aislaron la bacteria marina *Pseudoalteromonas* sp y demostraron que el extracto aislado inhibió el crecimiento de bacterias patógenas.

4.1.3. Ácidos Orgánicos

En el 2006 la Unión Europea (UE) prohibió el uso de antibióticos en dietas para animales. Así los ácidos orgánicos se han convertido en una alternativa valedera para la producción sostenible y el control del medio ambiente. Los ácidos orgánicos son

compuestos oxigenado derivados de los hidratos de carbono, y son utilizados para la nutrición animal. Al ser estos incluidos en el pienso actúan: como conservantes, reducen el pH, controlan el crecimiento microbiano, y fundamentalmente evita la absorción de organismos patógenos y metabolitos tóxicos (Freitag M, 2007).

En su gran mayoría los ácidos orgánicos se encuentran como constituyentes de plantas y tejidos de origen animal. Su utilización se da en forma de sales de sodio, calcio, potasio, y su ventaja es la fácil manipulación al momento de la elaboración del pienso. (Lück, 1986)

Kühlmann K, Jintasataporn, y Lückstädt, (2011) Infectaron juveniles de *L. vannamei* con *V. harveyi* y compararon dos dosis de ácido orgánico (0,2% y 0,5%). Al terminar el ensayo se determinaron que el testigo sufrió mortalidades mayores en comparación con los dos tratamientos.

La principal función del ácido orgánico se da cuando la molécula no disociada penetra la pared celular de las bacterias patógenas Gram negativas y acidifican el pH citoplasmático. Debido a esto la célula bacteriana recurre a neutralizar su pH por medio

de la bomba de H⁺ - ATP ocasionando un excesivo gasto energético, hasta terminar sus reservas de energía, provoca finalmente la muerte celular(Kühlmann, Jintasataporn, y Lückstädt, 2013).

4.2. Métodos Terapéutico

El uso de estos métodos tiene como finalidad el tratamiento de enfermedades. En el cultivo de postlarvas de camarón en laboratorio y engorde los antibióticos son la sustancia más utilizada al momento de tratar una enfermedad, no obstante su uso se ha restringido notablemente en el país, siendo el Instituto Nacional de Pesca el ente de control prohíbe el uso de ciertos antibióticos.

4.2.1. Antibióticos

Son sustancias químicas capaces de eliminar o inhibir el desarrollo de microorganismos vivos. Su mal uso en la acuicultura ocasiona inconvenientes tanto en el ambiente como en la salud humana, dando como resultado la resistencia bacteriana, los residuos en el medio acuático y múltiples alteraciones biogeoquímicas sobre el sedimento (Mota, 1996). Hirsch, Ternes, Haberer, y Kratz, (1999) Recalcan que los antibióticos son utilizados en medicina veterinaria, específicamente en ganadería y acuacultura, sin embargo en esta última su forma de uso varía ya que en larvicultura, su aplicación es directamente al agua y en engorde añadiéndolo al alimento.

Un tratamiento antibacteriano resulta eficaz cuando se sitúa el fármaco dentro de un nivel llamado "ventana terapéutica", la cual tiene como objetivo fijar una dosis que sea capaz de impedir el crecimiento bacteriano manteniéndose las concentraciones mínimas inhibitorias (Lopez & Olvera, 2000).

Son pocos los estudios en el campo acuícola, de los efectos de los antibióticos frente a alguna enfermedad en particular (Soto, Armenta M, & Gomez , 2006). Por esta razón se

indica de manera general que la aplicación de estos antimicrobianos tiende a incrementar la resistencia bacteriana (Phillips, et al., 2004)

4.2.2. Antibióticos usados en larvicultura

4.2.2.1.Oxitetraciclina (OTC)

Wang, Liu, y Li,(2004) Citan a la OTC como el antibiótico más utilizado en acuacultura debido a su amplio espectro en el tratamiento de enfermedades bacterianas. Al pertenecer al grupo de las tetraciclinas, su acción antimicrobiana contra las bacterias Gram positivas y negativas es efectiva. (Gomez, et al., 2001)

En la producción de larvas de camarón, la OTC es utilizada para el control de enfermedades asociadas con bacterias intracelulares actuando como bacteriostático al inhibir las síntesis de proteínas siendo su acción antimicrobiana es efectiva.

Uno de los grandes inconvenientes al momento de usar antibióticos es no tener una dosis específica de tratamiento y su uso desmesurado causa resistencia bacteriana y en el medio donde se la aplique.

Se han realizaron estudios para medir el efecto de OTC, fluorfenicol (FF), nitrofurantoína en *L. vannamei* frente a diferentes vibrios. Obteniendo como resultado que ciertas especies de vibrios con resistentes a la OTC, mientras que los tratamientos con FF y nitrofurantoína fueron totalmente efectivos. (Rebouças, et al., 2011)

Mecanismo de acción

La acción de la OTC, se da a nivel del núcleo celular de la bacteria, mediante una difusión pasiva de la membrana celular de los poros hidrofolicos. Una vez en el interior de la célula los ribosomas 30S niegan el acceso del aminoacil ARNt al ribosoma, lo cual causa decaimiento de la cadena peptídica (Prescott, Baggot, y Walter, 2000).

4.2.2.2. Enrofloxacina

Tuvo su desarrollo en los años 80's y su eficacia frente a enfermedades bacterianas le dio su uso exclusivo en medicina veterinaria. Siendo un derivado del ácido nalidixico su núcleo químico se lo denomina "dihidroquinolina" o anillo 4-quinolónico y un grupo etilo en la posición 4 de este anillo favorece su disponibilidad. Al ser un antibiótico de bajo peso molecular favorece la penetración tisular (Jun, Xian le, & Zong-lin, 2006).

Mecanismo de acción

"Durante la fase de multiplicación de las bacterias, el DNA se pliega y despliega en forma alternada. Este proceso está controlado por la enzima DNA-girasa, la cual es inhibida por enrofloxacina provocando un colapso en el metabolismo bacteriano y evitando que la información genética pueda ser copiada causando el efecto bactericida" (Williams, Bell y Lightner, 2002).

4.2.2.3.Florfenicol (FF)

Es un bacteriostático de amplio espectro. Es un compuesto fluorinado, que se deriva del tiamfenicol, muy eficaz contra el tratamiento de infecciones en peces ocasionas por *Pateurella piscicida, Aeromonas salmonicida, Vibrio anguillarum* (Vue, Schmidt, Stehly, & Gingerich, 2002).

Realizaron un estudio en donde juveniles de *L. vannamei* con la bacteria causante de NHP, se aplicaron tratamientos con, OTC y FF, obteniendo como resultado que ambos tratamientos son efectivos siempre y cuando la infección bacteriana no esté en un grado avanzado (Morales, Thauel, Martínez, Lozanoy Palacios, 2013).

Mecanismo de acción

Inhibe la síntesis de proteínas por uniones a subunidades ribosomales 50s. Esto no permite la transferencia de aminoácidos de las cadenas peptídicas, y por ende no se da lugar a la formación de proteínas bacterianas, El FF entra a la célula bacteriana por medio de difusión facilitada, en altas concentraciones se evita la síntesis mitocondrial en la célula bacteriana (FAO, 2004)

4.3. Antibióticos prohibidos en la acuicultura

Los alimentos de consumo humano deben estar libres de residuos de antibióticos, ya que puede causar problemas con la salud.

En Ecuador según acuerdo Ministerial (No.006) del Enero 29 del 2002, se prohíbe el uso de cloranfenicol y comercialización de productos en la actividad acuícola (Aquatic, 2002)

Tabla 2. Drogas prohibidas por la FDA para su uso veterinaria

Cloranfenicol

Clenbuterol

Dietilestribestrol (DES)

Dimetridazol

Pronidazol

Otros Nitromidazoles

Furazolidona

Fluoroquinolonas

Nitrofurazona

Sulfonamidas

Glucopeptidos

(Fuente: FDA web site, www.fda.gov/cvm, Enero de 2001)

Dentro de la lista de fármacos prohibidos por EEUU para el sector acuícola son: cloranfenicol, dimetridazol, furazolidona, nitrofurazona, fluoroquinolones, (exepto para su uso tópico) (FAO, 2004).

En nuestro país estas medidas las recogen y se controla a través del Instituto Nacional de Pesca (INP), prohibiendo el uso de antibióticos en todas las etapas de producción de camarones. Además se controla si hay presencia de residuos en el momento de su exportación, para cumplir con los estándares de calidad, lo mismo ocurre con las normativas de la Comunidad Europea por cuanto son requisitos para poder ingresar a dichos países.

5. CONCLUSIONES

El cultivo de camarón en estanques desde sus inicios por el año de 1968 se ha venido incrementándose notablemente a pesar de los problemas patológicos que se dan por temporadas, sin embargo se ha logrado controlar y minimizarlo, a tal extremo que las densidades de siembras por metro cuadrado se van incrementando con el transcurso del tiempo, lo que ha llevado a tener una gran demanda de postlarvas y a depender en su totalidad de semillas de camarones provenientes de un ciclo cerrado en cautiverio tanto en maduración como en la producción de larvas en los laboratorios para suplir la demanda del sector. Esto ha llevado a tener que solucionar y controlar un sinnúmero de enfermedades principalmente bacterianas que causan mermas en la producción en las diferentes etapas de manera especial en los laboratorios.

Las bacterias más comunes que causan mortalidades que se han registrado son *V.splendidus* y *V.harveyi*.

Actualmente con el control de uso de drogas por el Instituto Nacional de Pesca INP. según acuerdo ministerial No 006, ha restringido notablemente el uso de antibióticos, lo que ha motivado a los laboratorios de producción de postlarvas a modificar su protocolo tomando todas las medidas de prevención para minimizar los enfermedades durante el desarrollo larvario del *L. vannamei*. Así aplican probióticos con un sin número de bacterias en las que predominan: Aeromonas, Bacilos, Lactobacilos, Streptococos, Levaduras, Pseudmonas, Vibrios. También se utilizan una gran variedad de ácidos orgánicos como son constituyentes de plantas y tejidos de origen animal, prebióticos y los antibióticos permitidos como son: la Oxitetraciclina, Enrofloxacina y el Florfenicol.

6. BIBLIOGRAFIA

Aguirre Guzman, G., Lopez Acevedo, E., & Vázquez Sauceda, M. (2013). Efecto de Vibrio harveyi en la sobre vivencia de larvas de Litopenaeus vannamei. *Scientia Agropecuaria*, 4 (2), 121-127 http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=357633705005.

ALPE, A. L. (2004). Aportes de la biotecnologia a la alimentación y a la inmunoestimulación de camarones penneidos. Lima- Peru.

Aquatic, R. (2002). Residuos de antibióticos en camarones: Limites residuales y detección de fenicoles. *Revista Aquatic 54*.

Baticados, M. C., Lavilla-Pitogo, C. R., Cruz-Lacierda, E. R., Pena, L. D., & Sunaz, N. A. (1990). Studies on the chemical control of luminous bacteria Vibrio harveyi and vibrio splendidus isolated from diseased Penaeus monodon larvae and rearing water. *Diseases of Aquatic Organims*, 9(2), 133-139.

Cabrera, F., & Rubio, M. (2012). Protozoarios Epibiontes en el Cultivo del Camarón Litopenaeus vannamei. *Revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias*, 53 (2), 69-80. :http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=373139080002>.

Campos, M., Muñoz, P., Sanchez, L., Capurro, L., & LLánes, O. (2012). Acuacultura: estado actual y retos de la investigación en México. *Aquatic*, (37) 20-25 http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49425906011.

Carvajal , Y., & Bolaños, M. (2013). Efecto de dos tipos de dietas: Comercial y Experimental sobre el crecimiento de camarones Litopenaeus vannamei en etapa de postlarvas. Pag 5.

Ceballos, B., López, J., Lamela, E., Magaña, F., & Villasante, F. (2008). Traslado de postlarvas de Litopenaeus vannamei (Boone, 1931) a diferentes tiempos, salinidades y densidades y su efecto en la supervivencia y algunosmarcadores bioquimicos. *Revista de biologia marina y oceanografica 43(3)*, 681-686 doi:10.4067/S0718-19572008000300027.

Diaz, M., & Montes, M. (2012). EFECTO DE PROBIÓTICO A BASE DE Bacillus sp., Enterococcus sp., Pediococcus sp., y Lactobasillus sp., EN LA SOBREVIVENCIA Y

CRECIMIENTO LARVAL DEL CAMARON BLANCO Litopenaeus vannamei, EN LA ESTACION DE MARICULTURA DE CÓBANOS, SONSONATE. SAN SALVADOR. FAO. (2004). Residuo de antibióticos en productos de acuicultura. Recuperado de http://www.fao.org/docrep/005/y7300s/y7300s06a.htm.

FAO. (2016). Historia de la acuicultura en Ecuador.

Fennuci, J., & Mallo, J. (2004). Feeding of protozoe al stages of the shrimp Pleoticus muelleri Bae with different microencapsulated food and microalgae species. *Revista de biologia marina y oceanografia*, 1(39), 13-19. doi:10.4067/S0718-19572004000100002.

Freitag M. (2007). Organic acids and salts promote performance and health in animal husbandry. *Acidifiers in animal nutrition – a guide for feed preservation and acidification to promote animal production. Notingham University*, P 1-11 in C. Lückstädt, Notinghan UK.

Garcia, N., & Menezes, D. (2015). Quantification of intestinal bacteria, operating cost and performance of fingerlings Nile tilapia subjected to probiotics. 43(2) 367-373 https://doi.org/10.3856/vol43-issue2-fulltext-13.

Gomez, G. B., Guerra, L., & Guerra Flores, A. L. (2001). Enfermedades infecciosas mas comunes en la camaronicultura en Mexico y el impacto del uso de antimicrobianos. Recuperado de http://cesaibc.org/pdf/infointeres/crustaceos/enfermedadesmexico.pdf. Guevara, M., & Alfaro, R. (2012).

Patógenos introducidos al Perú en post larvas de Litopenaeus vannamei importadas. *Revista Peruana de Biologia, 19(2)*, 181-186 obtenida de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1727-99332012000200009&script=sci_arttext. Hirsch, R., Ternes, T., Haberer, K., & Kratz. (1999). Occurrence of antibiotics in the aquatic environment. *Sci Total environ 225*, 109-118.

Holzapfel, W. P., Haberer, K., & Kratz, K.-L. (1999). Ocurrence of antibiotics in the aquatic environment. *Sci Total Environ* 225, 109-118.

Johnson, S. (1989). Rickettsial and mollicute infections in hepatopancratic cells of cultured Pacific white shrimp. *Handbook of shrimp diseases Texas A&M uNIVERSITY*, 25p. Krol, R.M., Hawkins, W.E. y Overstreet, R.M. (1991), 362-370.

Jun, T., Xian le, Y., & Zong-lin, Z. (2006). Pharmacokinetics and the active metabolite of enrofloxacin in Chinese mitten-handed crab (Eriocheir sinensis). *Aquaculture 260*, 69-76. Kühlmann K, Jintasataporn, O., & Lückstädt, C. (2011).

Effect of dietary potassium diformate (KDF) on suvirval of juvenile white leg shrimp, Litopenaeus vannamei, chalenged with vibrio harveyi, under controlled conditions. *Book of Abstracts, VIII Meeting of the German Ichthyological Association*, 41.

Kühlmann, K. J., Jintasataporn, O., & Lückstädt, C. (2013). La inclusion de diformato de potasio (KDF) en la alimentacion del camarón L. vannamei. *Industria Acuicola Vol 10.2*, 44-45 https://issuu.com/industriaacuicola/docs/edicion10 2.

Kumar, V., Roy, S., Kumar, D, & Kumar, U. (2016). Application of probiotics in shrimp aquaculture: Importance, mechanisms of action, and methods of administration. *Reviews in fisheries Science & Aquaculture, 24(4), 342-368* http://www.tandfonline.com/action/showCitFormats?doi=10.1080%2F23308249.2016.11 93841.

Lara Espinoza, C., Espinoza Plascencia, A., River Dominguez, M., Astorga Cienfuegos, K., Acedo Felix, E., & Bermudez Almada, M. (2015).

Desarrollo de camarón Litopenaeus vannamei en un sistema de cultivo intensivo con biofloc y nulo recambio de agua. *AquaTIC* , (43) 1-13 http://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=49447307001.

Lavilla- Pitogo, C. R. (1995). Bacterial diseases of penaeid shrimps: an Asian view. Shariff, M., Arthur, J.R. y Subansinghe, R.P. (Eds). *Diseases in Asian Aquaculture II. Fish Health Section, Asian Fisheries Society*, Manila Philipines p. 107-121.

Lightner, D. (1993). Diseases of cultured penaeid shrimp. *Handbook of Mariculture*. *Volume I: Crustacean Aquaculture*., CRC Press, Boca Raton, Florida p. 393-486. Lightner, D. V., & Redman, R. M. (1998). Shrimp diseases and current diagnostic methods. *Aquaculture 164*, 201-220.

Lopez Alcantara, R., Monteon Padilla, V., Gonzalez Lazo, E., Montejo Castillo, R., Monteon Lopez, Y., & Chan Bacab, M. (2013). Aislamiento y evalución de la actividad microbiana del estracto crudo de la bacteria marina Pseudoalteromonas sp. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas 43(4)*, 38-46 obtenido de http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57928311006.

Lopez, H., & Olvera, L. (2000). Problematica del uso de enrofloxacina en avicultura Mexico. *Veterinaria Mexico* 31(2), 137-145.

Lopez-Acevedo, E., Aguirre-Guzman, G., & Vázquez-Sauceda, M. (2013). Probioticos, una herramienta en la produccion pecuaria y acuícola. *Scientia Agropecuaria 4(2)*, 129-137 Recuperado de http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=357633705006.

- Lück, E. (1986). Chemische lebensmittel konservierun. Stoffe, Wirkungen, Methoden-Springer- Verlag, Heidelberg.
- Manning, T. S., & Gibson, G. R. (2004). Microbial-gut interactions in health and disease. Prebiotics. *Best Pract Res Clin Gastroenterol.* 2004 Apr;18(2):, 297-298.
- Melgar, C., Barva, E., Alvarez, C., Tovilla, C., & Sanchez, J. (2013). Efecto de microorganismos con potencial probiótico en la calidad del agua y el crecimiento del camarón Litopenaeus vannamei en cultivo intensivo. *Revista Biologica Tropical*, 61 (3) 1215-1228 http://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v61n3/a18v61n3.pdf.
- Milián, G., Rondon, A., Pérez, M., Samaniego, L., Riaño, J., Bocourt, R., . . . Laurencio, M. (2014). Aislamiento e identificación de cepas de Bacillus spp. en diferentes ecosistemas con fines probióticos. Su utilización en animales. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 48 (4), 347-351. http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193033033007.
- Morales, C. M. (2004). Enfermedades del camarón. Deteccion mediante análisis en fresco e histopatología. Mexico D.F: Trillas.
- Morales, M., Thauel, L., Martínez, I., Lozano, R., & Palacios, J. (2013). Infeccion experimental de Hepatobacteria Necrotizante (NHPB) en Penaeus vanamei con florfenicol y oxitetraciclina. *Revista Científica, XXII (1)*, 72-80. http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/34600/1/articulo10.pdf.
- Mota, L. (1996). *Farmacologia Veterinaria*. Mexico: 1era Ed Universidad Veracruzana . Phillips, I., Casewell , M., Cox , T., De Groot, B., Friis, C., Jones, R., . . . Waddel , J. (2004). Does the use of antibiotics in food animals pose a risk to human health.
- Prescott, J., Baggot, J., & Walter, D. (2000). *Antimicrobial therapy in veterinary medicine*. 3eraed Iowa State University Press Ames.
- Ramos, S. (2000). Composición por tallas, edad y crecimiento de Litopenaeus vannamei(Natantia: Penaeidae), en la laguna Mar Muerto,Oaxaca-Chiapas, mexico. *Revista de biologia Tropical*, 48(4), 873-882.
- Rebouças, R. H., Oscarina, V., Sousa Lima, A., Vasconcelos, F., & Barroso de Carvalho, P. (2011). Antimicrobial resistance profile of vibrio species isolated from marine shrimp farmin environments (Litopenaeus vannamei). at Ceará, Brazil.
- Santos, C., Lima, G. V., Nascimento, A. A., Sales, A., & Oshiro, L. (2009). Histological and histochemical analysis of the gonadal development of males of Armases rubripes (Rathubun1897) (Crustacea, Brachyura, Sesarmidae). *Brazilian Journal of Biology 1(69)*, 161-169. doi:10.1590/S1519-69842009000100021.
- Soluap, E. (1998). *Alternativas de cultivo acuicolas. Tomo I.* Guayaquil, Ecuador Pag 42. Soto, R., Armenta M, & Gomez, G. (2006). Effects of enrofloxacina and florfenicol on survival and bacteria population in an experimental infection with luminescent Vibrio campbellii in shrimpo larvae of Litopenaeus vannamei. *Aquaculture 255*, 48-54.
- Thanardkit, P., Khunrae, P., Suphantharika, M., & Verduyn, C. (2002). Glucan from spent brewer's yeast:preparation, analysis and use as a potential. *World Journal of microbiology and biotechnology* 18:, 527-539.
- Torres, D. (1991). Manual practico de cultivo de camaron de Honduras. Pag 28-29.

Villamil, L., & Martinez, M. (2009). Probioticos como herramienta biotecnólogica en el cultivo de camarón: . *Reseña Invemar Boletin Vol. 38 (2)*, Santa Marta. Colombia 165-187.

Vue, C., Schmidt, J. L., Stehly, R. G., & Gingerich , H. W. (2002). Liquid chromatography determination of ³orfenicol in the plasma of multiple species of fish. *Journal of Chromatography* 780, 111-117.

Wang, Q., Liu, Q., & Li, J. (2004). Tissue distribution and elimination of oxytetracycline in perch Lateolabras janopicus and black seabream (Sparun macrocephalus) followin oral administration. *Aquaculture*, 31-40.

Williams, R., Bell, T. A., & Lightner, D. V. (2002). Shrimp antimicrobial testing Toxicity testing and safety determinations for twelve antimicrobials with penaeus shrimp larvae. *Journal Aquatic Animal Health 4*, 262-270.