



# UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA

BENEFICIOS DE LA APLICACIÓN DE PROBIÓTICOS DURANTE EL  
CULTIVO DE ENGORDE DEL CAMARÓN BLANCO (<I>LITOPENAEUS  
VANNAMEI</I>) EN ECUADOR.

CORREA COELLO LISSETH RENATA  
INGENIERA ACUÍCULTORA

MACHALA  
2018



# UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA

BENEFICIOS DE LA APLICACIÓN DE PROBIÓTICOS DURANTE  
EL CULTIVO DE ENGORDE DEL CAMARÓN BLANCO  
(*LITOPENAEUS VANNAMEI*) EN ECUADOR.

CORREA COELLO LISSETH RENATA  
INGENIERA ACUÍCULTORA

MACHALA  
2018



# UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA

EXAMEN COMPLEXIVO

BENEFICIOS DE LA APLICACIÓN DE PROBIÓTICOS DURANTE EL CULTIVO DE  
ENGORDE DEL CAMARÓN BLANCO (<I>LITOPENAEUS VANNAMEI</I>) EN  
ECUADOR.

CORREA COELLO LISSETH RENATA  
INGENIERA ACUÍCULTORA

RIVERA INTRIAGO LEONOR MARGARITA

MACHALA, 06 DE JULIO DE 2018

MACHALA  
06 de julio de 2018

**Nota de aceptación:**

Quienes suscriben, en nuestra condición de evaluadores del trabajo de titulación denominado Beneficios de la aplicación de probióticos durante el cultivo de engorde del camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en Ecuador., 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.



---

RIVERA INTRIAGO LEONOR MARGARITA

0702400292

TUTOR - ESPECIALISTA 1



---

VALAREZO MACÍAS CESAR AUGUSTO

0702061201

ESPECIALISTA 2



---

YANEZ MOROCHO DINO MAURICIO

0702424391

ESPECIALISTA 3

Fecha de impresión: viernes 13 de julio de 2018 - 07:25

## Urkund Analysis Result

**Analysed Document:** Tesis final de Lissett.docx (D40245957)  
**Submitted:** 6/18/2018 5:19:00 PM  
**Submitted By:** lriviera@utmachala.edu.ec  
**Significance:** 2 %

### Sources included in the report:

Urresta, Patricio TT.docx (D24970538)

### Instances where selected sources appear:

1

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

La que suscribe, CORREA COELLO LISSETH RENATA, en calidad de autora del siguiente trabajo escrito titulado Beneficios de la aplicación de probióticos durante el cultivo de engorde del camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en Ecuador., 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.

La autora 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.

La autora 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, 06 de julio de 2018



CORREA COELLO LISSETH RENATA  
0705073823

## RESUMEN

El cultivo de camarón en el Ecuador, ha tenido un gran crecimiento en los últimos años gracias al clima que existe en nuestro país, lo cual lo ubica en uno de los 5 primeros puestos de producción en todo el mundo, sin embargo debido a muchas enfermedades que han surgido a lo largo de este tiempo en los cultivos, lo cual se cree, se debe mucho a la calidad de agua existente en el estanque a causa del mal manejo, hacen que se pierda el equilibrio de microorganismos en el medio, haciendo que los organismos patógenos aumenten sin control; por lo tanto se ha buscado nuevas alternativas de control y prevención en las que no involucre antibióticos ya que esto lo que ha ocasionado es que los patógenos mutaran y por lo tanto crearan resistencia a estos antibióticos, en cambio el uso de probióticos ayuda en la calidad del agua del estanque y en el organismo del camarón al hacerlo resistente a enfermedades ya que el modo de acción de los probióticos es que atacan a los microorganismos que son patógenos y ayudan al organismo que es beneficioso para el hospedero, esto dentro del camarón lo realiza con la regulación de la permeabilidad del epitelio intestinal, lo que ayuda a las funciones gastrointestinales, con la ayuda de estos probióticos se ayuda a realizar una mejora cultivo de camaron, evitando los antibioticos, lo que ayudaría a cumplir con la demanda del producto en todo el mundo.

**Palabras Claves:** Probióticos, Patógenos, Camarón, Cultivo.

## **ABSTRACT**

The shrimp culture in Ecuador has had a great growth in recent years thanks to the climate that exists in our country, which places it in one of the top 5 production places in the world, however due to many diseases that have emerged throughout this time in the crops, which is believed, is due to the quality of water in the pond due to poor management, causing the balance of microorganisms in the environment to be lost, causing the pathogenic organisms increase without control; therefore, new control and prevention alternatives have been sought in those that do not involve antibiotics since this has caused the pathogens to mutate and therefore create resistance to these antibiotics, instead the use of probiotics helps in the quality of the water of the pond and in the shrimp organism when doing it resistant to diseases since the mode of action of the probiotics is that they attack the microorganisms that are pathogenic and help the organism that is beneficial for the host, this inside the shrimp with the regulation of the permeability of the intestinal epithelium, which helps the gastrointestinal functions, with the help of these probiotics it is helped to make an improved shrimp culture, avoiding the antibiotics, which would help to meet the demand of the product in all the world.

**Key Words:** Probiotics, Pathogens, Shrimp, Cultivation.



# ÍNDICE

Contenido	Pág.
1. INTRODUCCIÓN .....	4
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Antecedentes .....	5
2.2. Enfermedades.....	7
2.2.1. El síndrome de Taura .....	8
2.2.2. La Mancha Blanca .....	9
2.2.3. Necrosis infecciosa hypodermal y hematopoiética .....	9
2.2.4. Vibriosis .....	10
2.3. Sistemas de control de enfermedades .....	10
2.4. Probióticos.....	12
2.5. Como actúan los probióticos en el camarón.....	13
2.5.1. Procesos de acción de los probióticos en el organismo que se hospedan .....	14
2.6. Utilización de probióticos en la acuicultura ecuatoriana.....	17
3. CONCLUSIONES.....	19
4. BIBLIOGRAFÍA .....	21

## 1. INTRODUCCIÓN

La historia del cultivo de camarón en el Ecuador se inicia entre los años 60' y 70', la cual hoy en día es una de las mayores fuentes de ingresos económicos al país, por su alta demanda del producto, como consumo interno y de exportación. (Cuéllar, 2008).

El clima en Ecuador es adecuado para el sistema de cultivo del camarón, además de los estudios realizados aquí, y su producción con 403 mil TM lo que se le ha reconocido ocupar el 4° puesto en producción de camarón en la Acuicultura Mundial Plaza, (2018).

Sin embargo, no siempre la producción del camarón en el Ecuador ha estado en su mayor auge, ya que este ha sufrido de muchas enfermedades que ha dejado a productores devastados, como lo explica Cuéllar, (2008), en la década de los 90' empezando con el Síndrome de Taura y a finales de la misma década, con el Síndrome de la Mancha Blanca.

A causa de esto, se empezó con el uso de antibióticos sin control, lo cual explica (Villamil y Martínez, 2009) tiene un efecto limitado sobre el control de la enfermedad y efectos adversos, como la resistencia de estas cepas bacterianas al modificarse y pueden llegar a afectar incluso al ser humano. Por las razones expuestas que se han buscado nuevas estrategias o medidas para mejorar la salud del animal, sin caer nuevamente en los antibióticos.

Los llamados probióticos, son microorganismos bacterianos, están ayudando al cultivo de camarón contra las enfermedades, ya que estos funcionan con mecanismos de exclusión, es decir, ocupan una gran parte de la superficie, lo que reemplazaría el lugar de los patógenos y además inhibir al crecimiento de los patógenos, ya que estas bacterias pueden producir sustancias inhibidoras. (Trujillo *et al*, 2017)

Con lo expuesto anteriormente, este trabajo tiene como objetivo, determinar los beneficios de la aplicación de probióticos durante el cultivo de engorde del camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en Ecuador.

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedente**

El cultivo de camarón y su explotación comercial es una de las actividades acuícolas con mayor éxito en el mundo, es una actividad más bien joven en comparación a actividades productivas similares; los primeros cultivos de camarón en cautiverio, empiezan en Japón en 1939, y 20 años más tarde se lo hace ya con carácter comercial, en ese mismo país (Anaya, 2005) sin embargo, ha tenido un crecimiento bastante acelerado a nivel global, desde las últimas décadas del siglo anterior.

En el Ecuador, la actividad camaronera se inicia en 1968, en la provincia de El Oro, concretamente en el cantón Santa Rosa, cuando algunos campesinos descubren que, en las pozas formadas por el ingreso de agua marina, se cultivaron criaban camarones de gran calidad y que empezaron a ser comercializados, (Mongomery, 2014) luego de lo cual con técnicas rudimentarias se dio paso a la construcción de estanques básicos convertidos en criaderos, de suerte que para 1974, en el país se contaban ya 600 granjas camaroneras, y para 1987, el país se convirtió en el primer exportador de camarón del mundo (Mullo y Tamayo, 2010), siendo ésta una de las actividades productivas más rentables de esa década.

Para finales de la década del 90, antes del ataque de la Mancha Blanca, el país producía más de 252, millones de libras; implicando ingresos superiores a los 900.000.000,00 de dólares (IBID), importante producción que lamentablemente disminuyó significativamente luego del apareamiento de la mancha blanca, pero que posterior a la crisis y gracias a nuevas técnicas de cultivo se ha ido recuperando paulatinamente hasta ubicarse en una de las actividades más rentables de la actualidad. “El camarón es actualmente el segundo producto no petrolero de mayor exportación, después del banano. Durante el 2013 la exportación de camarón fue de 474 236 libras, que equivalen a USD 1 620 millones” (Cámara de Acuicultura, 2015)

Luego de la crisis del dos mil por el ataque de la Mancha Blanca, el número de criaderos de camarón en el país se ha incrementado notablemente, ubicándose

como lo señala la cita anterior en la segunda actividad, no petrolera, en importancia económica por el monto de exportación.

Lo afirmado se manifiesta en el importante crecimiento de la actividad en el país, pues si a principios de siglo en Ecuador se contabilizaban 1200 fincas dedicadas al cultivo del camarón, para el 2015, aumentaron a más de 3000 fincas, con una extensión territorial acumulada de 210.000 has. “Actualmente en Ecuador hay unas 210 000 hectáreas dedicadas al camarón; de estas el 60% está en Guayas, el 15% en El Oro y el 9% en Esmeraldas. Otro 9% está en Manabí y 7% en Santa Elena” (OCpág. 6)

La cría de camarón, para explotación comercial, como se ha mencionado, es una actividad que produce significativos ingresos a la economía nacional y ocupa gran cantidad de mano de obra, lo cual la coloca como una rama productiva estratégica de la economía nacional, sin embargo, el acuicultor debe enfrentar serias dificultades para desarrollar el cultivo de camarón, la mayor de ellas, es la relacionada con las enfermedades, pues el camarón es un organismo muy sensible al estrés, y este puede ser causa de un lento crecimiento, vulnerabilidad a enfermedades e incluso hasta de muerte. (Cámara de Acuicultura, 2015)

Las enfermedades infecciosas, son una continua amenaza para esta actividad, son actualmente el principal factor causante de pérdidas en producción y dinero. (Lin, 1995); (Lightner, 1996); (Moriarty, 1999). Dentro de las Enfermedades infecciosas que han afectado al cultivo del camarón se citan los siguientes: como el virus del Taura, la Necrosis Hematopoyética Hipodérmica (IHHN) y el síndrome de la mancha blanca (WSSV) han generado devastación en Sur América, Hawai y el Pacífico. (Villamil & Martínez, 2009)

En Ecuador la presencia de la Mancha Blanca, significo, un verdadero desastre para el sector camaronero, “en tan solo seis meses luego de la aparición del virus de la mancha blanca en el año 1999, se obtuvieron pérdidas de hasta 63000 toneladas de camarón cultivado, por un valor de 280 millones de dólares. (Alday de Graindorge & Griffith, 2000). La cámara nacional de acuicultura confirma que las exportaciones de camarón redujeron drásticamente de 94 millones de TM en 1999 a 37 millones de TM en el 2000” Rodríguez, (2015)

Ante la presencia de estas enfermedades, que azotaban al sector y producían enormes pérdidas económicas, inicialmente la reacción del sector camaronero, fue atacar estas enfermedades con productos químicos que detuvieran dichas afecciones, propalando el uso de antibióticos como respuesta a esta problemática, sin embargo, tan respuesta pronto dejó de ser una solución, ya que su espectro de acción es obviamente limitado para la prevención y control de enfermedades (Subasinghe, 1997) y, además, causan efectos adversos como la aparición de cepas bacterianas multi-resistentes que incluso pueden llegar a afectar la salud del consumidor (Tsoumas *et al.* 1989); (Smith *et al.*, 1994). De igual manera, debido al largo tiempo de vida media en el agua de algunos antibióticos como la oxitetraciclina, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras - INVEMAR 167 los residuos de antibióticos generados en granjas de cultivo en algunos pueden modificar las comunidades microbianas de los ecosistemas próximos (Hektoen *et al.*, 1995)

Precisamente una de las técnicas implementadas para superar la crisis de la mancha blanca, es la implementación de cepas probióticas en los cultivos de camarón, lo cual ha dado muy buenos resultados, en este contexto, se plantea el presente análisis bibliográfico sobre el uso de estos elementos como prevención de enfermedades del camarón.

## **2.2. Enfermedades**

El cultivo de camarón al igual que otras actividades acuícolas, no está exenta de dificultades, las más comunes de ellas, son las enfermedades bacterianas e infecciosas que se presentan en los cultivos del camarón blanco, muchas de estas enfermedades, son productos de los trastornos ambientales que afectan el medio en que se producen estos cultivos; “existen antecedentes que indican que el deterioro ambiental de los ecosistemas acuáticos costeros favorece el desarrollo de patógenos. (Snieszco, 2004)

Los acuicultores y especialistas coinciden en que uno de los factores de mayor incidencia en el apareamiento de las enfermedades que afectan a los camarones, están en directa relación con la calidad del agua de los estanques, pues estos son sistemas dinámicos que requieren un gran equilibrio para

mantener el producto sano, en los estanques interactúan diversos factores que condicionan la salud de los cultivos, elementos climáticos como la temperatura del agua, la salinidad de la misma y todo un conjunto de organismos vivos, de materia orgánica e inorgánica.

Las comunidades microbianas presentes en los estanques, son susceptibles a las fluctuaciones e interacciones que se dan entre estos factores y pueden verse modificada su composición y número. Variables como pH, temperatura y salinidad tienen diversos valores óptimos para las distintas especies, por lo cual, sus cambios pueden favorecer a determinados grupos, rompiendo el equilibrio y permitiendo, en algunos casos, la predominancia de organismos patógenos, los cuales podrían crecer desproporcionadamente (Gómez, Ana, & Guerra, 2011)

A este conjunto de factores debe sumarse el proceso de alimentación, el exceso de alimento, que no es aprovechado por los camarones, se acumula en el fondo de los estanques y pasa a alimentar al fitoplancton, permitiendo el desarrollo agresivo de comunidades bacterianas cuyos excesos, pueden tornarse en causa de alteración para la salud del camarón, es decir se provocan enfermedades; otros productos alimenticios que son manipulados sin suficiente cuidado, pueden introducir organismos patógenos, que derivan en enfermedades devastadoras para los cultivos.

Brock, (2008) reportó 20 enfermedades virales como patógenas para especies de camarón silvestre o de cultivo y actualmente la Oficina Internacional de Epizootias (OIE), considera a la enfermedad del Síndrome de Taura (TS), la enfermedad de las manchas blancas (WSS), la enfermedad de la cabeza amarilla (YH), la necrosis hipodérmica y hematopoyética infecciosa (IHHN), la mionecrosis infecciosa (IMN) y la Hepatopancreatitis necrotizante (NHP), como enfermedades de declaración, obligatoria citado en: (Morales *et al*, 2011)

### **2.2.1. El síndrome de Taura**

En Ecuador, el síndrome de Taura, aparece en 1992, esta enfermedad se caracteriza por que “tiene una prevalencia del 15 al 70%, con una mortalidad del 10 al 60%, encontrándose en los sistemas de cultivo en América Latina y se da por lo general en organismos de 4 a 7 gramos, cuyas características son; la de

flacidez en la cutícula en fase aguda y necrosis multifocal en fase crónica” (Morales M. , 2005); esta enfermedad también es conocida, como de la cola roja, y es producida por el virus ARN, “Ocurre durante la única muda en los juveniles a los 5 a 20 días tras la siembra, o tiene un curso crónico de varios meses; debilidad, caparazón blando, tracto digestivo vacío y expansión difusa de cromatóforos rojos en los apéndices; la mortalidad varía de 5 a 95 por ciento; los sobrevivientes pueden presentar lesiones negras y ser portadores de por vida” (Vera, 2014)

### **2.2.2. La Mancha Blanca**

Esta es otra enfermedad viral, responsable de una gran mortalidad de crustáceos en el mundo, y se evidencia porque “el camarón infectado manifiesta reducción en el consumo de alimentos, letargo; alta mortalidad, hasta del 100 por ciento entre 3 y 10 días a partir de la manifestación de signos clínicos; cutículas sueltas con manchas blancas de 0,5–2,0 mm de diámetro, más evidentes dentro del caparazón; el camarón moribundo muestra coloración entre rosada y rojiza-café debido a la expansión de cromatóforos cuticulares y escasas manchas blancas” (Vera, 2014)

### **2.2.3. Necrosis infecciosa hipodermal y hematopoiética**

Esta es otra enfermedad viral, es una alteración sistémica de origen viral, que afecta varias especies de camarones Penaeidos y que es causada por el virus de la enfermedad de la necrosis infecciosa hipodérmica y hematopoyética (IHHNV). Gran parte del genoma del IHHNV está insertado en el genoma de ciertas líneas genéticas de *Penaeus monodon*., sin que esta variante del virus sea infecciosa. Cuellar, (2013)

Esta infección ocasiona baja mortalidad de *P. vannamei*; resistente; pero hay una reducción en la alimentación y baja eficiencia en alimentación y crecimiento; deformaciones cuticulares (rostrum encorvado – RDS) ocurren en < 30 por ciento de la población infectada, mayor variación en el peso a la cosecha final y menor precio de mercado. (Vera, 2014)

#### **2.2.4. Vibriosis**

Esta es una enfermedad causada por la bacteria “V. harveyi & V. parahaemolyticus” y es una de las infecciones más comunes en los camarones, ya que el ambiente natural de la bacteria que la causa, son precisamente los estuarios marinos. En estado larvario, se producen infecciones como “Vibrios luminiscentes: V. harveyi y V. splendidus, que se expresa en la colonización masiva en apéndices y, al principio en el tracto digestivo anterior, posteriormente avanza hacia el resto del tracto, Bolitas blancas, Es común encontrar las mismas especies en las tomas de agua de mar, Rápida resistencia a antibióticos” (Gómez - Gil, 2005)

Otros estudios revelan la presencia de trastornos patógenos que afectan los estanques de cultivo, como son las producidas por parásitos, tales como la denominada camarón de leche, gregarinas, enfermedades fúngicas, provocadas por hongos, “son más comunes en etapas larvarias y otros son característicos de juveniles y adultos. El más común que se encuentra en las larvas es Lagenidium, aunque y con menor incidencia, en géneros Sirolpidium y Haliphthoros” (Gómez, Ana, y Guerra, 2011)

De lo expuesto, se concluye que existe una amplia gama de enfermedades de diferentes orígenes, presencia y acción en los cultivos de camarón blanco, y que son causa de gran mortalidad del producto, ocasionando pérdidas millonarias a los acuicultores; por tanto, la investigación, para su control es una línea científica que debe privilegiarse.

#### **2.3. Sistemas de control de enfermedades**

La primera respuesta del sector acuicultor y sus técnicos a las enfermedades del camarón, fue el uso de antibióticos, “un antibiótico es una sustancia química derivada o producida por microorganismos que poseen la capacidad de matar o inhibir el desarrollo de otros microorganismos” (Santiago *et al*, 2009) como la forma más asertiva de control de las enfermedades, sin embargo este procedimiento generó algunos inconvenientes, como la mutación bacteriana que



permitió que estas crearan resistencia a los productos químicos, “los agentes patógenos pueden mutar lo que provoca que estos se vuelvan resistentes a los antibióticos (Espinosa, 2009). Citado por López & Padilla, (2017)

Los antibioticos más usados en acuicultura, para contrarrestar las enfermedades producidas por bacterias del género *Vibrio* son oxitetraciclina (OTC), florfenicol (FFC), ormetoprim - sulfametoxazol, sarafloxacin (SARA) y enrofloxacin (ENRO), clortetraciclina, quinolonas, ciprofloxacina, norfloxacina, ácido oxolínico, perfloxacina, sulfametazina, gentamicina y tiamulina (Bermúdez, et al, 2009)

Otro efecto negativo del uso de antibióticos en el control de las enfermedades, y quizá el más grave fue la alteración del medio acuático con los residuales que se depositaban en los estanques, y que finalmente llegaban a ~~ivan a parar en~~ las fuentes de agua, a través de los vertederos, y peor aún el hecho que muchos de estos productos llegaban al organismo humano, a través de la ingesta de los productos tratados con estos antibioticos, causando daños a la salud de los consumidores, “la presencia del producto que llega al consumidor, pueden afectar la flora intestinal humana de diversas maneras” (Bermúdez, et al, 2009) razón por la cual estos debieron ser reemplazados por productos que no afecten al ambiente ni representen una amenaza a la salud de los consumidores.

Por las razones mencionadas, se restringió el uso de estos productos en Estados Unidos la FDA prohíbe el uso de cloramfenicol, clenbuterol, dietilstilbestrol, dimetridazol, ipronidazol, otros nitroimidazoles, furazolidona, nitrofurazona, otros nitrofuranos, medicamentos de sulfamida, fluoroquinolonas y glicopeptidos (SOFIA, 2002)

En este contexto, surge la necesidad de encontrar productos, capaces de controlar las enfermedades y que no causen daños al ambiente, y menos aún a la salud de los consumidores, en esta disyuntiva, surge el uso de los probióticos como una alternativa para el control de las enfermedades, un método natural mediante el cual se combate los patógenos a través de otros microorganismos

El uso de probióticos, es más bien una forma de prevención de enfermedades, ya que busca generar alteraciones biológicas en los camarones, que los torne resistentes a ciertas enfermedades provocadas generalmente por la

contaminación de las aguas y el estrés causado por las variaciones de los componentes del agua.

Los probióticos atacan a los microorganismos patógenos y benefician al organismo hospedero. El modo en que actúan contra los patógenos incluye la exclusión competitiva por los nutrientes o por la adhesión en la mucosa. Asimismo, desactivan determinadas toxinas, promueven la función de barrera gastrointestinal, regulan la permeabilidad del epitelio intestinal y el desarrollo del mismo, sintetizan bacteriocinas y otros metabolitos. En el hospedero promueven actividades enzimáticas inductoras de la digestión y de la absorción de nutrientes, así como diversos efectos inmunoreguladores (Fanzafar, 2006, pág. 151)

Desde la perspectiva del autor citado, el uso de probióticos en la prevención de enfermedades del camarón, es una alternativa ecológica, porque no produce efectos secundarios peligrosos que alteren el medio ambiente, es más bien parte de un proceso natural a través del cual se generan mutaciones en los organismos receptores de estas cepas bacterianas, que tornan a los hospedantes, más resistentes a ciertas enfermedades.

#### **2.4. Probióticos**

Según Villamil y Martínez (2009), “las bacterias probióticas se definen como microorganismos vivos que administrados como suplemento en la dieta endógena pueden causar modificaciones en la microbiota asociada al tracto gastrointestinal del hospedador. (Mongomery, 2014)

La definición del término probiótico, al igual que los avances científicos que lo fundamentan, ha evolucionado, así en 1968, se definió como un suplemento microbiano que se suministra a animales y humanos, posteriormente en (Fuller, 1989) lo redefinió como un microorganismo vivo que se administra al hospedero suplementado en el alimento para beneficiar el balance microbiano intestinal. Luego, con este mismo concepto, se hacía referencia a “un adyuvante dietario microbiano administrado de tal manera que se mantenga vivo dentro del tracto gastrointestinal, y que beneficie la fisiología del hospedero modulando el sistema inmune, así como mejorando el balance microbiano mediante la prevención de

la colonización de bacterias indeseables en el tracto intestinal” (Gatesoupe, 1999; Naidu et al., 1999). (Verschuere *et al*, 2000) conceptualizaron al término probióticos como “microorganismos vivos que tienen efectos benéficos en el hospedero mediante la modificación de la microbiota asociada, el incremento del aprovechamiento de la comida, el mejoramiento de la respuesta a enfermedades y de la calidad del ambiente” (Verschuere *et al*, 2000)

Otra importante definición, es la de probióticos, es la que da la Asociación Mundial de Gastroenterología, que expresa: “Los probióticos son microorganismos vivos que confieren un beneficio a la salud cuando se los administra en cantidades adecuadas. Las especies de *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* son las más utilizadas” (Guarner *et al*, 2017)

Otra de las definiciones señala a los probióticos como complemento de organismos vivos, que produce efectos benéficos en la salud de quien lo recibe. Gómez - Gil, (2005)

Todas las definiciones presentadas hasta el momento, dejan claro que los probióticos son microbios, benéficos que suministrados en forma controlada provocan cambios importantes en los organismos receptores; la forma básica en que se administran estos microorganismos, es a través del alimento, lo cual incide positivamente en la salud de los animales de cultivo, claro está que este proceso debe ser totalmente controlado y regulado para evitar efectos nocivos en los animales receptores.

## **2.5. Como actúan los probióticos en el camarón**

Los probióticos actúan de forma natural sobre los organismos receptores, una de estas formas, es la “competencia por nutrientes, la modulación de la respuesta inmunitaria no específica, la producción de compuestos antimicrobianos, la competencia por el sitio de fijación en el tracto gastrointestinal, entre otros que se han evidenciado en experimentos *in vitro* e *in vivo*”. (Aguayo, 2009)

El uso de probióticos en los camarones tiene como objetivo reforzar su sistema inmunológico, para que presente una mejor resistencia a las enfermedades,

estos productos por lo general son inoculados en el animal de cultivo, en los laboratorios de larvas, y en los estanques de cultivo, a fin de desarrollar competencias alimentaria con bacterias patógenas, a las que desplazan, procurando la nutrición del tracto digestivo, disminuyendo la probabilidad de que estos espacios sean colonizados por bacterias perjudiciales. Otras funciones de los probióticos en el organismo animal, es la eliminación de malos olores y sabores, mediante procesos biológicos que excluyen o al menos disminuyen catabolitos, sedimentos y microorganismos negativos como las cianobacterias; según especialistas como Berger, (2000) estos procedimientos son mucho más importantes en aquellos estanques con bajo recambio de agua. Citado en Aguayo, (2009)

### **2.5.1. Procesos de acción de los probióticos en el organismo que se hospedan**

De acuerdo a diversos estudios, se han establecido al menos seis procesos muy importantes a través de los cuales los probióticos benefician el cultivo de camarón, una de ellas es la que ya se ha mencionado líneas arriba, la exclusión competitiva, la producción de compuestos inhibitorios, optimización de la nutrición y digestión, además la colonización.

**a. La exclusión competitiva**, es el proceso a través del cual los microorganismos introducidos en el camarón compiten por alimento y espacio, al interior del tracto digestivo del animal, con bacterias patógenas o nocivas para la salud de los crustáceos, excluyéndolas o eliminándolas, lo cual favorece el crecimiento y producción del camarón.

Un estudio realizado por (Balcázar y Rojas, 2007), demostró que animales tratados con probióticos tenían una posibilidad de vida, 74% superior a los que no lo son.

(Balcázar y Rojas, 2007) infestaron a camarones con un patógeno, *Vibrio harveyi* por inmersión durante 10 días, todos los grupos tratados con probióticos tuvieron una supervivencia del 100%, mientras que el grupo

control tuvo sólo un 26% de supervivencia a la que sugirió la exclusión competitiva por probióticos Bacillus S11. Probiótico *Bacillus subtilis* UTM 126 se sabe que produce la actividad antimicrobiana contra vibriosis en camarones juveniles, *Litopenaeus vannamei*. (Vera, 2014)

- b. La producción de compuestos inhibitorios**, es el proceso mediante el cual microorganismos, generalmente las bacterias ácido lácticas, producen compuestos similares a los antibióticos, “microorganismos capaces de producir compuestos inhibitorios, como los antibióticos, ácidos orgánicos, peróxido de hidrógeno, enzimas, sideróforos y bacteriocinas” (Verschuere, et al, 2000) mismos que impiden la acción maléfica de patógenos en el organismo del camarón; algunas de estas bacterias, inhabilitan las enzimas proteolíticas del tracto gastrointestinal, sin causar problemas de toxicidad ni de inmunología. (Aguayo, 2009)
  
- c. Optimización de la nutrición y la digestión** es otro de los aportes de los macrobióticos, ya que las bacterias alojadas intencionalmente en los crustáceos, al producir ácidos grasos y vitaminas, colaboran en la retención de nutrientes y vitaminas, especialmente las bacterias del género “Bacteroides y Clostridium” también facilitan la digestión, siempre y cuando logren adaptarse y colonizar el tracto digestivo de sus hospedantes. (Fuller, 1989).
  
- d.**
- e. Colonización**, este proceso consiste en la llegada de cantidades significativas de bacterias a ciertas partes del organismo del animal de hospedaje, generalmente a su intestino, la capacidad de adaptación y resistencia, son fundamentales al momento de generar una colonización, puesto que de ello depende su permanencia en dicho órgano; cuando la colonización es exitosa, los microorganismos se integran tanto en el animal colonizado que se transforman en parte de él mismo, proceso al cual los

especialistas denominan efecto antagónico, mismo que ha sido empleado para confrontarle con organismos patógenos que enferman al camarón.

El efecto antagónico ha sido utilizado por varios investigadores en la confrontación patógeno-probiótico y se han realizado pruebas *in vitro* para la selección de cepas probióticas utilizando bacterias extraídas del medio acuático del intestino del camarón y probando su efecto antagónico frente a patógenos de crustáceo (Rengpipat *et al.*, 1998). Citado en (López & Padilla, 2017)

En general el uso de probióticos tiene muchas ventajas en el cultivo de camarón, y su forma de actuar sobre el organismo de los animales, es benéfica, en cuanto los transforma en organismos resistentes, menos vulnerables a las enfermedades.

La capacidad de los probióticos para ejercer su acción depende fundamentalmente de la exactitud con la que alcancen el lugar específico donde deben actuar y en el que ejercerán su poder inhibitorio (Verschuere *et al.*, 2000). Algunas cepas de bacterias producen sustancias bactericidas o que tienen un efecto bacteriostático, que afecta el desarrollo y crecimiento de otros microorganismos. Estas cepas pueden alterar la relación entre el grupo de bacterias presentes, ya que influyen en la competencia por la disponibilidad de energía y sustancias químicas. La presencia de microorganismos que producen sustancias inhibitorias en el intestino, constituye una barrera en contra de la proliferación de patógenos oportunistas. (Naidu *et al.*, 1999). Citado en Aguayo, (2009)

El control de la flora en el intestino del animal, es muy importante para prevenir infecciones patógenas, y lograr una buena digestión, que se manifestará en un crecimiento adecuado de los animales cultivados. “La microflora impacta en la nutrición, prevención de infecciones patogénicas, la integridad y función de los órganos digestivos y el desarrollo de un sistema inmune” (Cuéllar, 2008)

## 2.6. Utilización de probióticos en la acuicultura ecuatoriana

En el Ecuador se vienen utilizando probióticos desde la última década del siglo anterior, aunque evidentemente, su uso se difundió ampliamente en los primeros años de este siglo, como una estrategia para superar la crisis camaronera, provocada por la mancha blanca; el empleo de probióticos, inicialmente basados en cepas bacterianas no patógenas, como el *Vibrio alginolyticus* (Verschuere, et al, 2000), aumentó significativamente la camaronicultura en el Ecuador.

Son múltiples las ventajas del uso de probióticos en la alimentación del cultivo de camarones, se menciona entre ellas el mejoramiento de la calidad del agua, propicia un mayor crecimiento y salud en los camarones, aumentando su productividad, junto a esto por supuesto, está la reducción de enfermedades al eliminar ciertos microorganismos patógenos que muchas veces son letales para los crustáceos.

Los probióticos más utilizados en la acuicultura, en América Latina y por su puesto en Ecuador, son los lactobacillus y los lactococos, que se los considera como GRAS (“Generalmente reconocido como seguro”), reduciendo de este modo la necesidad de ensayos de seguridad biológica, inevitables para garantizar que la implementación de aislados probióticos no va a causar daños colaterales a los organismos cultivados ni al consumidor final, (Holzapfel et al., 1998). Se ha verificado la acción benéfica de los probióticos como las bacterias ácido lácticas, en el crecimiento y engorde de otras especies animales; “el establecimiento de un equilibrio microbiano intestinal, así como la mejora de algunas respuestas inmunes” (Kongnum y Hongpattarakere, 2012) aislaron *Lactobacillus plantarum* del tracto digestivo de camarón *Litopenaeus vannamei* y evaluaron el crecimiento y supervivencia frente a una infección con *Vibrio harveyi*, *L. plantarum* mejoró la supervivencia. (Mongomery, 2014)

Las esporas, son otro grupo de probióticos, de uso difundido en la acuicultura ecuatoriana, según lo sostiene Intriago y otros (2015) “(el) uso de esporas de *Bacillus*. Bacterias del género *Bacillus* están presente en todos los ambientes (acuáticos y terrestres). Naturalmente producen una variedad de enzimas. Especialistas en competición exclusiva, pueden inactivar el quórum sensing de otras bacterias entre ellas patógenos. Generalmente no están involucradas en

transferencia horizontal con bacterias Gram negativas como *Vibrio* y *Aeromonas*. Resisten altas temperaturas 70- 80 oC. (Intriago, *et al.*, 2015)

Las bacterias ácido lácticas, son otro de los probióticos usados con mayor frecuencia en el país, pues su empleo, está garantizado por importantes estudios científicos que presentan evidencias de sus beneficios, tal es el caso del estudio realizado, (Harzeville, *et al.*, 1998).

Se han aplicado con éxito en el cultivo de rotíferos (*Brachionus plicatilis*). Gatesoupe (1991) informó que un preparado comercial de *Lactobacillus plantarum* en estado viable disminuyó el recuento de *Aeromonas salmonicida* y otras bacterias asociadas a los rotíferos. (Harzevili *et al.*, 1998) demostraron que *L. lactis* (AR21) tienen un efecto inhibitorio contra *V. anguillarum* en cultivo de rotíferos en condiciones sub óptimas y, de igual forma, demuestra un incremento significativo en el crecimiento en condiciones de alimentación óptimas. (Mongomery, 2014)

De lo expuesto por los diversos autores citados, se infiere que los probióticos más utilizados en la acuicultura ecuatoriana, son los bacillus, las esporas y las bacterias ácido lácticas, productos que se aplican bien en los laboratorios de larva como agregando al alimento balanceado de los camarones.



### 3. CONCLUSIONES

Del análisis bibliográfico realizado, se evidencian algunos elementos sobre la acuicultura y el uso de probióticos en cultivos de camarón blanco en estanques.

- La acuicultura es una actividad, productiva, muy importante en la economía ecuatoriana, tanto por su rentabilidad, como por el gran número de mano de obra que genera.
- Que el uso de antibióticos como estrategia para el control de las enfermedades del camarón, ya no es una alternativa saludable, porque genera resistencia en los patógenos, que son capaces de evolucionar y adaptarse; además los compuestos químicos de los antibióticos se esparcen en las corrientes de agua, y alteran el ambiente acuático, además afectan la salud de los consumidores de los productos tratados con estas sustancias,
- Que el uso de antibióticos está restringido en algunos países europeos y en Estados Unidos de América por considerárselos peligrosos para la salud humana y para el ambiente.
- Que los probióticos son una alternativa viable para controlar las enfermedades del camarón en sus distintas etapas de evolución, larvaria, juvenil y adultos
- Que el uso de probióticos, constituyen un proceso ecológico de control y prevención de enfermedades, mediante el cual los microorganismos benéficos expulsan a los patógenos que provocan enfermedades
- Que los probióticos fortalecen el organismo de su hospedador, tornándolo resistente a múltiples enfermedades

- Que en Ecuador se empezó a usar probióticos desde los años 80 del siglo anterior, y se emplearon en forma mucho más frecuente, luego del ataque de la Mancha Blanca.
- Es necesario que en el país se realice más investigación científica, sobre el uso de probióticos en acuicultura, ya que, a la actualidad, el conocimiento proviene de la investigación foránea.

#### 4. BIBLIOGRAFÍA

- Aguayo, D. (2009). Uso de probióticos y B-1,3/1.6-glucanos en la alimentación del camarón. *Escuela Politécnica del Litoral, Researchgate*, 7 - 99.
- Anaya, R. (2005). Cultivo de Camarón Blanco en sistemas cerrados. *Acuicultura*, 33 - 45.
- Cámara de Acuicultura. (2015). La Industria Nacional de Camarón, Replotó con fuerza. *Líders*, 5 - 7.
- Cuellar, J. (2013). *Necrosis Infecciosa Hipodérmica y hematopéyica (IHHN)*. Iowa: El Centro de seguridad alimenticia.
- Cuéllar, V. M. (2008). *Patología en inmunología de camarones penaeidos*. Obtenido de [http://www.cesasin.com.mx/LIBRO\\_PATOLOGIA0EINMUNOLOGIA.pdf](http://www.cesasin.com.mx/LIBRO_PATOLOGIA0EINMUNOLOGIA.pdf)
- Fanzafar, A. (2006). El Uso de probióticos en la acuicultura del camarón. *FEMS*, 149 - 158.
- Fuller, R. (1989). Una revisión de los probióticos en el hombre y los animales. *Diario de Aplicación Bacteriológica*, 365 -378.
- Gómez - Gil, B. (02 de 09 de 2005). *Bacteriología de camarones*. Obtenido de Industria Acuicola.com: <http://www.industriaacuicola.com/biblioteca/Camaron/Bacteriologia%20de%20camarones.pdf>
- Gómez, G., Ana, R., & Guerra, F. (2011). Enfermedades infecciosas más comunes en la camaronicultura. *Camaronicultura y medioambiente*, 315 - 343.
- Guarner, F., Sanders, M., Fedorak, R., & otros. (2017). *Probióticos y Prebióticos*. Madrid: WGO.
- Intriago, P., Espinoza, J., Medina, A., & Otros. (2015). *Resultados microbiológicos en el cultivo del larvario de Litopenaeus vannamei*. Guayaquil: S/e. Recuperado el 12 de 06 de 2018, de

<http://aquaexposantaelena.cna-ecuador.com/wp-content/uploads/2017/12/Andres-Medina.pdf>

- López, J., & Padilla, A. (2017). *Evaluación de Probióticos en engorde de camarón blanco, en choluteca, Honduras*. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.
- Mongomery, Y. (2014). *Efecto de la adición de ácidos orgánicos y probióticos sobre el crecimiento del camarón*. Universidad Técnica de Machala. Machala: inédito. Recuperado el 9 de 06 de 2018, de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/1979>
- Morales, M. (2005). *Enfermedades del camarón*. México: Prentice Hall.
- Morales, M., Ruíz, A., Alitiene, M., & otros. (07 de 01 de 2011). Prevalencia de enfermedades de camarón blanco. *Revista científica FCV- Luz*, 21(5), 434 - 446. Recuperado el 9 de 06 de 2018, de [www.redalyc.org/articulo.oa?id=95919362010](http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=95919362010)
- Mullo, J., & Tamayo, C. (2010). *Análisis comparativo de los halos de inhibición de dos probióticos comerciales*. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil: Doc. en línea. Recuperado el 10 de 06 de 2018, de [http://www.cib.espol.edu.ec/Digipath/D\\_Tesis\\_PDF/D-92812.pdf](http://www.cib.espol.edu.ec/Digipath/D_Tesis_PDF/D-92812.pdf)
- Plaza, M. (2018). *Industria de la Acuicultura*. Obtenido de [http://www.espae.espol.edu.ec/wp-content/uploads/2018/01/ei\\_acuicultura.pdf](http://www.espae.espol.edu.ec/wp-content/uploads/2018/01/ei_acuicultura.pdf)
- Rodríguez, J. (2015). *Efecto del IGF (Factor de crecimiento tipo insulina) y IGFBP en el crecimiento del camarón*. Universidad Estatal, Península de Santa Elena. La Libertad: Doc. en línea. Recuperado el 11 de 06 de 2018, de <http://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/2146/1/UPSE-TBM-2015-021.pdf>
- Santiago, M., Espinosa, A., Bermúdez, M., & Otros. (11 de 08 de 2009). Uso de antibióticos en la camaronicultura. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*, 40(3), 22 - 32. doi:1870-0195

- Snieszco, S. (2004). El Efecto del estrés ambiental, en brotes de enfermedades infecciosas de los Peces. *Revista cubana de Medicina*, 197 - 208.
- Trujillo, L., & otros. (02 de 02 de 2017). *Estrategias Naturales para Mejorar el Crecimiento y la Salud en los Cultivos Masivas de Camarón en Ecuador*. Obtenido de <https://www.revistabionatura.com/files/2017.02.02.8.pdf>
- Vera, M. (2014). *Efectos de la combinación de probióticos con vitaminas y antioxidantes en el crecimiento del camarón*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil.
- Vera, M. (2014). *Efectos de una combinación de probióticos con vitaminas y antioxidantes en el crecimiento del camarón*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil.
- Verschuere, L., Rombaut, P., Sorgeloos, P., & otros. (2000). Bacterias como agentes de control biológico. *Microbiología*, 651 - 671.
- Villamil, L., & Martínez, M. (2009). Probióticos, como Herramienta Biotecnológica en el Cultivo de Camarón: Reseña. (U. d. Lozano, Ed.) *Investigaciones Marinas y Costeras*, 2(38), 165 - 187. doi:ISSN 0122-9761

