



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS
Y ARTES DE CHIAPAS**

INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

MONOGRAFIA

**EMPLEO DE PROBIÓTICOS EN EL
SECTOR ACUÍCOLA**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
**LICENCIADO EN BIOLOGIA
MARINA Y MANEJO
INTEGRAL DE CUENCAS**

PRESENTA

JOSE MIGUEL SANCHEZ DE LA CRUZ



TONALÁ, CHIAPAS

NOVIEMBRE DEL 2014



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS
Y ARTES DE CHIAPAS**

INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

MONOGRAFIA

**EMPLEO DE PROBIÓTICOS EN EL
SECTOR ACUÍCOLA**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**LICENCIADO EN BIOLOGIA
MARINA Y MANEJO
INTEGRAL DE CUENCAS**

PRESENTA

JOSE MIGUEL SANCHEZ DE LA CRUZ

DIRECTOR

**M.C. FRANCISCO JAVIER TOLEDO
SOLÍS**



TONALÁ, CHIAPAS

NOVIEMBRE DEL 2014

AGRADECIMIENTO

A todas las personas especiales a las que me gustaría agradecer su amistad, apoyo, ánimo y compañía en las diferentes etapas de mi vida.

A Dios por darme vida, salud y la oportunidad de disfrutar y compartir con mi familia y amigos de una etapa más de mi vida.

A mis padres por sus consejos, amor, comprensión y guiarme por el buen camino para llegar donde hoy me encuentro.

A toda mi familia por darme la mano cuando más la necesitaba

A mi director de monografía al MC. Francisco Javier Toledo Solís por brindarme su amistad, apoyo y regalarme un espacio de su valioso tiempo, cuando más lo necesite siempre estaré agradecido con usted gracias por confiar en mí.

A mis compañeros y a mis grandes amigos Ariana Guadalupe Ruiz Villanueva, Adonay Arreola Ruiz, Consuelo Sancho Martínez, Zitlally Guadalupe Felipe Camposeco, celeste Isabel Pereyra Sánchez, Benjamín Espinoza Martínez a ustedes mis grandes amigos Karla Belem Grajales Gutiérrez, a Jesús Alonso espinoza aceituno, Roosen ely Mendoza Velázquez, y muchos más que no por no mencionarlos no dejo de tomarlos en cuenta, agradezco enormemente a todos que formaron parte de esas experiencias maravillosas a largo de la carrera. Siempre los tendré en mente, MUCHAS GRACIAS!!!

A todos y cada uno de los profesores que participaron arduamente en mi formación académica. Gracias por su conocimiento compartido.

A todas aquellas personas que en este momento escapan de mi mente, pero que de una u otra forma colaboraron en la realización del presente trabajo.

A TODOS, MUCHAS GRACIAS!!!

DEDICATORIA

Al culminar mi vida universitaria dedico el resultado de mi esfuerzo, Reflejado en este trabajo a:

A mis padres, por estar a mi lado y apoyarme en todo momento, darme ánimo, principios, amor y un gran espíritu de superación.

A mi abuelita y tía por ser muy importantes y estar conmigo siempre, dándome una mano Cuando más lo necesité. A toda mi familia que siempre me apoyó en toda circunstancia.

También está dedicado una persona muy especial quien estuvo presente, cuando más lo necesite apoyándome incondicionalmente, gracias por ser tan bella persona siempre ocuparas un lugar muy especial en mi corazón.

Y lo más importante, Dios que es mi compañero y que siempre estuvo conmigo guiándome y dándome fuerzas para salir en cada una de sus pruebas.

Hoy es uno de los días más felices de mi vida, porque he logrado una de las más importantes metas. Que sin ustedes jamás hubiera alcanzado. Gracias por estar a mi lado y ser mi esperanza.

Muchas gracias...

INDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo General	3
2.2 Objetivos Específicos	3
III. RECOPIACIÓN SINTETIZADA	4
3.1 Concepto de probiótico	4
3.2 Concepto de prebiótico	5
3.3 Tipos de probióticos y mecanismo de acción.....	7
3.4 Forma de suministro de los probióticos en la acuicultura.....	11
3.5 Efectos benéficos de los probióticos	14
3.6 Desventajas de los probióticos.....	17
IV. CONCLUSIÓN	19
V. PROPUESTAS Y RECOMENDACIONES	21
VI. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA.....	22

INDICE DE FIGURAS

Figura uno bacterias acido lácticas *Lactobacillus spp.*.....9

I. INTRODUCCIÓN

La acuicultura a nivel mundial y en México se mantiene en incremento, proporcionando actualmente una tercera parte de producción mundial destinada para consumo humano (FAO., 2012). Esto debido a que la pesca de captura tanto marítima como continental no cubren la demanda requerida por la población, por la sencilla razón que las poblaciones de peces están siendo sobreexplotadas (Goarant *et al.*, 2006).

En el sector acuícola se encuentran una serie de problemáticas que se constituyen como factores limitantes en su desarrollo; uno de estos casos son las enfermedades, que ocasionan grandes pérdidas de producción debido al mal manejo o mal control de los agentes patógenos que las provocan (Nikoskelainen *et al.*, 2003; Avella *et al.*, 2010).

La mayoría de los organismos acuáticos están propensos a una amplia variedad de patógenos bacterianos, como son los del géneros *vibrio* y *pseudomonas*, estos normalmente son organismos que se encuentran en el agua mostrando un comportamiento de virulencia en aquellos peces que están sometidos a estrés, a un mal funcionamiento fisiológico, mala calidad del agua o problemas de alimentación (Balcázar *et al.*, 2006; Lara- Flores *et al.*, 2010).

También por su parte, las altas densidades de organismos que se manejan en un cultivo pueden dar como resultado problemas de alimentación y sanidad, debido a estos problemas se requiere de alimentos de calidad, con alto contenido de proteína y en algunas ocasiones de aditivos como antibióticos (tetraciclina, cloranfenicol, quinolona). Los cuales son antibacteriales limitando infecciones graves, al interrumpir la reproducción de los agentes patógenos. Estos antibióticos se suministran, con la finalidad de mantener a los organismos saludables y favorecer el crecimiento. (Fuller 1992; Góngora 1998; Klaenhammer & Kullen 1999).

Debido a todos estos problemas se han realizado investigaciones en busca de nuevas alternativa o herramientas, para el control o disminución de agentes patógenos, que son una de las grandes causantes de pérdidas económicas en el sector acuícola. Una de las posibles soluciones viables para tratar de minimizar todos estos problemas, son la manipulación de organismos bacterianos benéfico, ya que esto juega un papel muy importante de manera directa sobre la nutrición, la inmunidad y el estado fisiológico de los organismos (Balcázar, 2007).

Por lo consiguiente para mantener mejores condiciones de sanidad en los diferentes tipos de cultivos y niveles de producción, se ha sugerido el empleo de microorganismos benéficos llamados probiótico. Estos son microorganismos vivos que, al ser agregados como suplemento en la dieta, benefician de forma favorable el desarrollo de la flora microbiana en el intestino (Fuller, 1989). Los probióticos también son llamados bioterapéuticos, bioprotectores o bioprolifáticos los cuales estimulan las funciones protectoras del sistema digestivo con la finalidad de prevenir las infecciones gastrointestinales (Parker, 1974).

Estos efectos benéficos se han demostrado en especies de importancia comercial como la tilapia, trucha camarón etc., pero su estudio y aplicación en el sector acuícola es aún reciente con algunas respuestas positivas (Monroy *et al.*, 2012). Debido a la importancia que tienen los probióticos en el sector acuícola, el presente trabajo tiene como objetivo describir los beneficios y desventajas generadas por el empleo de probióticos para la acuicultura, así como recopilar la mayor información relacionada con este tema, para conocer las formas de empleo o suministro de los probióticos, para obtener mayores beneficios y evitar las pérdidas de los organismos en cultivos.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

- Conocer y describir los beneficios que generan el empleo de probióticos para el sector acuícola.

2.2 Objetivos Específicos

- Describir el concepto de un probiótico y prebiótico utilizados en el sector acuícola.
- Describir los tipos y las formas del suministro de probióticos el sector acuícola.
- Describir los beneficios generados por el suministro de probióticos.
- Describir las desventajas generadas por la aplicación de probióticos.

III. RECOPIACIÓN SINTETIZADA

En la consulta bibliográfica sobre el tema del uso de probióticos para la acuicultura se encontró que el empleo de probióticos en este sector se encuentra en una etapa temprana de desarrollo. Se menciona que algunos probióticos poseen actividad inmunoestimulante (Gullian *et al.*, 2004). Esto quiere decir que ayudan a fortalecer el sistema inmune de los organismos, el cual ayudara a prevenir las enfermedades de diversos patógenos; por lo tanto se podrá obtener organismos más sanos y resistentes, esto se verá reflejado en un mayor crecimiento y por lo consiguiente en un mayor ingreso al productor. Se considera que el uso de probióticos podría ser una alternativa económica y ecológicamente viable para el sector acuícola. (Bogwald *et al.*, 1996; Gómez-Gil *et al.*, 2000).

3.1 Concepto de probiótico

En el sector acuícola el concepto o término probiótico se define según lo descrito por Fuller (1992) como aquellos microorganismos vivos que generar una influencia positiva en el hospedero. Los probióticos pueden ser principalmente bacterias o levaduras, los cuales son agregados como suplemento en la dieta alimenticia de las especies en cultivo, los cuales permanece activos en la flora intestinal para ejercer importante efectos fisiológicos; bien son proporcionados directamente en el agua de los estanques con el propósito de manipular las poblaciones bacterianas presentes en los sistemas de producción acuícola o bien pasar a formar parte de la flora intestinal de los organismos (Balcázar, 2002).

Otro autor quien también describe de forma similar el concepto de probióticos es Naidu *et al.*, (1999), quien los describe a los probióticos como complementos nutricionales a base de microorganismos que favorecen la fisiología del huésped, regulando la inmunidad sistemática y mucosa del organismo, así como mejorando el equilibrio microbiano al prevenir la colonización de bacterias indeseables en el tracto intestinal de hospedero.

El efecto protector de estos microorganismos se realiza mediante mecanismos como el antagonismo. Este proceso es el que impide la multiplicación de los patógenos y la producción de toxinas que favorecen su acción patogénica. Este

mecanismo se da por la competencia por los nutrientes o por los sitios de adhesión de los patógenos fijándose en el intestino u otros tejidos (De las Cagigas-Reig y Blanco-Anesto, 2002).

3.2 Concepto de prebiótico

Los prebióticos son considerados como ingredientes alimentarios que promueven la salud del huésped estimulando selectivamente el crecimiento y la actividad de una bacteria benéfica o un grupo de bacterias el tracto digestivo. La inulina y el fructooligosacaridos, son algunos ejemplos de prebióticos que, se encuentran en algunos alimentos como el ajo (*Allium Sativum*), cebolla (*Allium cepa*) y puerro (*Allium ampeloprasum*) los cuales: poseen derivados de inulina y fructooligosacáridos. Mientras que el trigo (*Triticum aestivum*), avena (*Avena sativa*), cebada (*Hordeum vulgare*), alcachofas (*Cynara scolymus*), achicoria (*Cichorium intybus*) y banana (*Musa Acuminata*): poseen únicamente inulina, y el espárrago (*Asparagus Officinalis*): posee fructooligosacaridos (Gibson y Roberfroid 1995; Manning y Gibson 2004).

Uno de los prebiótico más utilizados en el sector acuícola es la inulina, este tipo de prebióticos ha generado mayor crecimiento y supervivencia en camarones. Uno de los trabajos realizados que muestra el beneficio de este prebiótico es el Partida-Arangure (2009), donde evaluó el efecto del prebiótico inulina y probióticos bacilos, bacterias ácido lácticas y levaduras en el camarón (*litopenaeus vannamei*). Donde obtuvo resultados claros que establecen que las baterías acida lácticas, la levadura y la inulina causan inmunoestimulacion, mejorando la supervivencia y el crecimiento del camarón (*L. vannamei*).

Cota-Gastélum (2011) determino el efecto del prebiótico inulina, el ácido fúlvico, probiótico ácido lácticas (BAL) y levaduras en el crecimiento y supervivencia de la tilapia *Oreochromis niloticus*. Las BAL y las levaduras se aislaron del intestino de la tilapia. Utilizaron inulina de agave tequilero y ácido fúlvico de Fertichem.

Realizaron tres bioensayos por triplicado en tinas de plástico con 800 L, de agua dulce filtrada y 12 organismos 1 g; por tina, la aireación fue constante. Donde fueron tres los bioensayos utilizados.

Bioensayo 1: I) control (alimento comercial); II) 5 g de inulina/kg de alimento; III) 5 g de ácido fúlvico/kg de alimento; IV) 2.5 g de inulina + 2.5 g ácido fúlvico/kg de alimento.

En el bioensayo 2: I) control (alimento comercial); II) BAL (5 x 10⁴ UFC/g de alimento) + 2.5 g de inulina + 2.5 g ácido fúlvico/kg de alimento; III) BAL (2.5 x 10⁵ UFC/g de alimento) + 2.5 g de inulina + 2.5 g ácido fúlvico/kg de alimento; IV) BAL (5 x 10⁵ UFC/g de alimento) + 2.5 g de inulina + 2.5 g ácido fúlvico/kg de alimento.

El bioensayo 3: I) control (alimento comercial); II) Levadura (5 x 10⁴ UFC/g de alimento) + 2.5 g de inulina + 2.5 g ácido fúlvico/kg de alimento. III) Levadura (2.5 x 10⁵ UFC/g de alimento) + 2.5 g de inulina + 2.5 g ácido fúlvico/kg de alimento. IV) Levadura (5 x 10⁵ UFC/g de alimento) + 2.5 g de inulina + 2.5 g ácido fúlvico/kg de alimento.

Como resultado de los tres bioensayos se obtuvo una supervivencia del 100%. Sólo se observaron un crecimiento significativamente mayor que el control en el bioensayo 2 cuando las tilapias fueron alimentadas con BAL (2.5 x 10⁵ UFC/g de alimento) y prebióticos (2.5 g de ácido fúlvico + 2.5 g de inulina).

3.3 Tipos de probióticos y mecanismo de acción

Se tiene conocimiento que en 1992 se utilizó el primer probiótico comercial, el cual fue una cepa no patógena de *Vibrio alginolyticus*, este probiótico permitió mejorar sustancialmente el rendimiento en granjas camaroneras de México y Ecuador (Verschuere *et al.*, 2000). No todos los organismos pueden ser utilizados como probióticos, para obtener beneficios en los organismos hospedadores.

Es importante destacar que existen diversos criterios para la selección de probióticos. Uno de estos criterios, es que tengan la habilidad de poder colonizar las zonas de acción del hospedero. Lo que sería la eficiencia para adherirse a las células epiteliales del intestino o diversos órganos, con la finalidad de prevenir o reducir la colonización de organismos patógenos. También deben de generar; efectos benéficos al hospedero, ya sean tipo nutricional o de salud en el organismo. Y en algunos casos los probióticos deben de ser viable después de los procesos industriales y de las condiciones normales de almacenamiento (Vine *et al.*, 2004). Por lo tanto, para elegir un microorganismo como probiótico se necesita conocer su origen, ya que es recomendable usar cepas aisladas del hospedero, que no sean patógenas y que además tengan la viabilidad de sobrevivir al paso del tracto digestivo del hospedero como ser resistente a sales biliares, el pH y a las enzimas digestivas (Vine *et al.*, 2004).

Los principales grupos de bacterias probadas como probióticos en el cultivo de peces, camarón, cangrejo, molusco y bivalvos han sido los del genero vibrio, pseudomonas, bacilos y algunas bacterias ácido lácticas como los lactobacilos. Y también algunas levaduras se han utilizado con potencial para el cultivo de los grupos mencionados anteriormente (Ochoa *et al.*, 2004).

Los vibrios son bacterias gram negativas, que poseen forma de bacilos rectos o curvos; se presentan en medios anaeróbicos y poseen características quimiorganotróficas que les permite tener un metabolismo de tipo respiratorio y fermentativo; su crecimiento es estimulado por iones de sodio para la mayoría de

las especies y su temperatura óptima de crecimiento varía entre 20 y 30° C (Bergey, 1994).

Los bacilos son un grupo de las bacterias que más utilizan en el sector acuícola como probiótico. Este género son bacterias gram positivas que se caracterizan por su forma bacilar, poseen una habilidad fisiológica para resistir al calor, pH y salinidades extremas y pueden ser aeróbicos o anaeróbicos. Están caracterizadas mediante la reducción de patógenos debido a la capacidad de competencia y secreción de enzimas contra bacterias gram negativas, evitando una propagación de patógenos en el hospedero (Wang *et al.*, 2000; Irianto y Austin, 2002).

Uno de los bacilos más utilizados como probióticos es el *Bacillus subtilis*, la cual tiene la propiedad de formar esporas que le permite adherirse al alimento seco y tiene la capacidad de degradar materia orgánica, así como reciclar nutrientes permitiendo con ello, mejorar la calidad del agua en el medio de cultivo (Moriarty, 1999; Bergey, 1994).

También se han realizado investigaciones del uso de *Bacilos spp.* Como probiótico en el mejoramiento de la actividad de las enzimas digestivas, crecimiento y supervivencia en larva y post-larva de camarón blanco de la india *Fenneropenaeus indicus*. En donde, el número de bacilos en el tracto digestivo fue significativamente más alto en todos los tratamientos con respecto al control, pero la tasa de colonización por bacilos fue muy baja en todos los tratamientos. De lo cual se observó que la actividad de amilasa, proteasa y lipasa resulto significativamente alta cuando el probiótico fue suministrado. Por otra parte la supervivencia y el crecimiento en peso del camarón mostro un aumento comparado con respecto al control (Ziaei-Neajad *et al.*, 2004).

La bacteria probiótica *Bacilo spp.*, fue usada como suplemento alimenticio en cultivo de camarón tigre (*Penaeus monodon*) por un periodo de 100 días durante dos estaciones distintas en Tailandia. El crecimiento y supervivencia fue comparado con un estanque control al que no se agregó el probiótico. En la temporada de verano e invierno los camarones alimentados con el suplemento de

probiótico crecieron significativamente más y presentaron una mayor supervivencia; con respecto al estanque control (Rengpipat *et al.*, 2003).

Las bacterias ácido lácticas son bacterias gram positiva, normalmente no móviles, no esporuladas, con morfología de coco o bacilo que; producen principalmente ácido láctico como producto final de la fermentación de los carbohidratos. Los géneros más utilizados como probióticos son: *Lactobacilos*, *Lactococcus*, *Carnobacterium* (Axelsson 1998). Figura 1



Figura Bacterias ácido lácticas *Lactobacillus spp.* (Tapie Cumbal, 2013).

Los mecanismos de acción de las bacterias ácido lácticas, son los siguientes:

- Cambio en la flora bacteriana y reducción de organismos patógenos.
- Producción de ácido láctico, con lo que se reduce el pH, en el sistema digestivo del animal.
- Adhesión o colonización por los microorganismos seleccionados por su naturaleza hidrofóbica.
- Prevención de la síntesis de toxinas.
- En algunos casos, producción de antibióticos.

En el género pseudomonas son pocos los estudios realizados pero se tiene algunos resultados en la especie del salmón atlántico, en donde mediante un baño preliminar con *Pseudomonas fluorescens* se mejoró la resistencia de esta especie contra la bacteria *Aeromonas salmonicida* (Smith y Davey, 1993).

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). También tienen que presentar diversos modos de acción por los cuales ejercen efectos positivos en el hospedero como son:

- Competencia por compuestos químicos o por energía disponible (Sullivan, 2001).
- Competencia por los sitios de adhesión con respecto a los microorganismos patógenos (Andlid, 1995).
- Producción de compuestos que inhiben el desarrollo de otros microorganismos, tales como bacteriocinas. (Naidu *et al.*, 1999; Samaniego y Sosa, 2002).

Estos mecanismos pueden presentarse de manera individual o en conjunto, pero las consecuencias en el huésped serán normalmente la supresión de microorganismos patógenos, alteración del metabolismo bacteriano y estimulación del sistema inmunológico (Andlid, 1995).

3.4 Forma de suministro de los probióticos en la acuicultura

La forma de aplicación dependerá del tipo de probiótico que se suministre a los estanques acuícolas. Estos microorganismos pueden ser añadidos al agua o al alimento, otra manera de suministrarlo es través de fermentación de levaduras en combinación con melaza y la adición de substratos micro porosos que contienen los probiótico elaborados comercialmente dentro de ellos. Al ingresar los desechos orgánicos particulados dentro de estos poros, facilitara la actuación de los probiótico que viven o están incluidos en ellos (Nicovita, 2002).

Gómez (2003) suministro probióticos *Vibrios sp.* Estimuladores del sistema inmune del camarón *litopenaeus vannamei* mediante una mezcla de alimento peletizado en una proporción del 5 % de la biomasa total por estanque. Esto con la finalidad de encontrar la forma más eficiente de suministrar los diversos tipo de probióticos a los sistemas de cultivos, se han realizados diversas investigaciones. Uno de estos trabajos es de Melgar-valdes *et al.*, (2012) determinó que el suministró de los probióticos en el agua mejorarán los parámetros de la calidad del agua y crecimiento de la tilapia *Oreochromis niloticus*. Analizando el efecto de una mezcla comercial de microorganismos con potencial probiótico que contiene cuatro tipos de microorganismos eficientes en estado de latencia (*Rhodopseudomonas palustris*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei* y *Saccharomyces cerevisiae*). Estos fueron inoculados en un sustrato a base de melaza y agua para su activación, donde los mantuvo en fermentación durante siete días a una temperatura entre 36.5 y 37 °C. El experimento se llevó a cabo en estanques de sistema semi-intensivo, donde el producto se adicionó semanalmente después del recambio de agua. El experimento se llevó acabo con cuatro tratamiento, en el tratamiento 1 (C), fueron estaques sin dosificación del probiótico comercial (control), tratamiento 2 (EM1), estanques adicionados con una dosis de 4l/ha y tratamiento 3 (EM2), estanques adicionados con dosis de 10l/ha. Los tratamientos EM1 y EM2 incrementaron significativamente ($p < 0.05$) el porcentaje de supervivencia con 73 y 79% comparada con control. Los resultados obtenidos

demuestran que la calidad del agua se mejoran en el cultivo de *O. niloticus* y aumenta la supervivencia.

Otro trabajo es el de Guevara *et al.*, (2003), que nos indica que en un estudio realizado en Colombia, en el que adicionaron probióticos a base de bacterias como *Bacillus* y *Lactobacillus* y levaduras del género *Saccharomyces*, al alimento extruido para tilapia roja en la fase de engorde, demostraron que existió un efecto positivo, puesto que hubo diferencias significativas ($P < 0,05$) para tratamientos con dosis de 6, 4, y 2 g respectivamente, donde el mejor desempeño productivo fue el tratamiento con 6 g de probiótico para las variables: incremento de peso, longitud estándar y conversión alimenticia, en comparación con el control o testigo que no fue aplicado probiótico, esto sustenta que la utilización de probióticos es viable en el cultivo de tilapia.

Otra forma de suministro es mediante la bioencapsulación el cual es un proceso en donde un organismo vivo incorpora un determinado producto (probiótico) mediante vía oral. Diferentes tipos de alimentos vivos han sido usados para alimentar larvas de diversos organismos acuáticos los cuales son: copépodos, nematodos, rotíferos y nauplios de *Artemia*. Este último organismo, es considerado como la mejor dieta para peces y se suministra como alimento vivo a más del 85% de especies en acuicultura (Bhat, 1992). En el laboratorio de alimento vivo de la UAM-Xochimilco se han incorporado el probiótico *Lactobacillus casei* en nauplios de Artemisa con buenos resultados. Estos nauplios se dieron como alimento para peces de ornato *Astronotus ocellatus* y *Pterophyllum scalare* durante un periodo de nueve semanas obteniendo un buen crecimiento y sobrevivencia de los peces (Mejía, 2005).

Quiñonez-Zúñiga (2008) muestra otro ejemplo en el suministro de probiótico ácido láctico (Lta8 pertenecen al género *Pediococcus*) en combinación de levadura en la ganancia de peso y la supervivencia de las tilapias *Oreochromis niloticus* y *Oreochromis sp.* Donde se realizaron dos experimentos, el primer experimento

tuvo una duración de 4 meses en el cual se utilizaron cuatro tratamientos, el cual consistió en que los alevines de tilapia roja *Oreochromis sp.* al inicio de la siembra tenían un peso promedio de 0.18 g. y se utilizaron 40 organismos por tanque, se pesaron al inicio y mensualmente, la supervivencia se registró al final del experimento. El peso promedio de los peces alimentados con alimento + mezcla probiótica (5×10 UFC/g) diariamente fue mayor que los demás tratamientos; la supervivencia final fue mayor en el tratamiento control con 92.1 % que en los tres tratamientos con la mezcla probiótica con un porcentaje promedio 71%; en cuanto la tasa de crecimiento específica se obtuvieron valores muy similares en todos los tratamientos y no se encontró diferencias significativas en los parámetros antes mencionados. El segundo experimento tuvo una duración de 3 meses, en donde los alevines de *Oreochromis niloticus* (tilapia negra) tenían un peso promedio de 6.12 gr. y el de *Oreochromis sp.* (tilapia roja) 4.09 gr. la densidad inicial de siembra fue de 80 organismos por tanque, 40 negras y 40 rojas, los organismos se pesaron al inicio y mensualmente, la supervivencia se registró al final del experimento. El peso promedio de los peces *O. niloticus* y *Oreochromis sp.* alimentados diariamente y cada 10 días con alimento + mezcla probiótica + Dry Oil fue significativamente mayor que el tratamiento con peces alimentados con alimento comercial + Dry Oil sin la mezcla probiótica. Las bacterias benéficas y la levadura adicionadas al alimento, en concentraciones experimentales, mejoran el crecimiento en peso de los alevines de *Oreochromis niloticus* y *Oreochromis sp.*

3.5 Efectos benéficos de los probióticos

En el sector acuícola, los probióticos pueden ser benéficos en muchas maneras, tanto a los peces que se encuentran en el sistema de cultivo mejorando su inmunidad contra las enfermedades; o bien mejorando la calidad del agua del sistema de cultivo con la reducción de la materia orgánica (Verschuere *et al.*, 2000).

Los probióticos pueden mejorar la actividad digestiva de los organismos mediante la síntesis de vitaminas, cofactores, mejoramiento de la actividad enzimática y absorción de nutrientes (Gatesoupe, 1999; Ziemer y Gibson, 1998). Estos elementos mencionados anteriormente puede ser la causa por la cual exista un incremento de peso en los organismos expuestos a este tipo de bacterias pero pueden proporcionar diferentes resultados según las diferentes condiciones de cultivo (Gullian *et al.*, 2003). Por su parte Moriarty (1999), señalo que con el uso de probióticos la salud de los animales mejora por la remoción o disminución de la densidad de población de patógenos, mejorando la calidad del agua a través de una degradación más rápida de la materia orgánica. Ejemplo de algunas bacterias que provocan los beneficio antes mencionado son las cepas de *Bacillus sp.* y *V. alginolyticus*, que ha permitido tener éxito en el índice inmunitario ya que es una de las bacteria que mayor éxito ha tenido con respecto calidad de agua mediante la reducción de patógenos; favoreciendo la salud del organismo mediante esta bacteria se obtiene una mayor supervivencia y crecimiento (Gullian *et al.*, 2003).

Según lo descrito por Wang *et al.*, 2000 y Verschuere *et al.*, 2000, el efecto benéfico de los probióticos se atribuye en general a tres mecanismos de diferencia los cuales a su vez pueden deberse a varias causas:

- 1.- Mejoramiento de la calidad del agua, ya sea por:
 - A. La metabolización de la materia orgánica.
 - B. La interacción con algunas algas.
- 2.- Exclusión competitiva de bacterias nocivas, ya sea por:
 - a) Competencia por nutrientes.

- b) Competencia por sitios de fijación en el intestino.
- c) Aumento de la respuesta inmune del hospedero.

3.- Aportes benéficos al proceso digestivo del hospedero, mediante:

- a) Aporte de macro y micronutrientes para el hospedero.
- b) Aporte de enzimas digestiva.

En Guasave Sinaloa realizaron estudio del efecto de las bacterias como potencial probióticos en crecimiento y supervivencia de la tilapia *Oreochromis niloticus*. Donde se aislaron cepas presuntivas de vibrios y bacilos del agua del estanque de cultivo comercial de tilapia y cepas presuntivas de lactococos del intestino, branquias y escamas de tilapias adultas. También se determinó la actividad hemolítica, actividad de proteasa y lipasas y actividad antagonista contra vibrios en las cepas de bacilos y lactococos. Donde se encontraron cuatro cepas de lactococos, se adicionaron al alimento (5×10^4 UFC/g) y se monitoreo su viabilidad en refrigeración. Los tres bacilos se contaron y se adicionaron al agua (1×10^3 UFC/ ml.) del cultivo. Se determinó el efecto de los bacilos y lactococos en el crecimiento y supervivencia de la tilapia. Donde obtuvieron como resultado que las siete cepas bacterianas probadas en este trabajo mejoraron el crecimiento en peso de *Oreochromis niloticus*, en el día 105, el peso promedio del control fue de 3.30 g con el probiótico lactococos se alcanzó un peso de 4.54 g con los probióticos bacilo alcanzaron un peso de 4.02 g y la mezcla de los probióticos alcanzó un peso de 4.40 g. Estos resultados representan una contribución al conocimiento en cuanto al efecto de bacterias con potencial probiótico en el crecimiento y supervivencia de peces de importancia comercial (Apún-molina, 2007).

Así también Campa-Cordova *et al.*, (2009), quienes evaluaron el efecto de las bacterias probióticas en la supervivencia y crecimiento de las larvas de ostas Cortez, *Crassostrea corteziensis*. Las bacterias se añadieron directamente a los estanques a partir de bioensayos de la siguiente manera: (1) control sin probióticos; (2) las bacterias de ácido láctico (LB); (3) Mezcla de bacilos (MB) en

una proporción de 1:1. Los resultados mostraron una mayor sobrevivencia en larvas con LB y MB en comparación con el grupo de control. El tamaño final de las larvas no se incrementó significativamente con los probióticos evaluados. Este estudio mostro un efecto benéfico de estos probióticos, añadiéndose de forma individual o mezclado entre los lactobacilos y los bacilos en larvas de *C. corteziensis*.

También Castro-Barrera *et al.*, (2011), evaluaron en efecto de tres cepas de *Bacillus sp.* (B1, B2 y B3), bacterias aisladas del tracto digestivo del pez ángel *Pterophyllum scalare* y el probiótico comercial *Lactobacillus casei shirota*, en el crecimiento y la sobrevivencia del pez *Carassius auratus*. Los resultados muestran que la dieta B2 fue la que generó mayor ganancia en peso (2.520 g). En cuanto a la longitud total, la dieta B1 fue la que presentó mejores resultados (4.85±0.65 cm) con una ganancia de 2.16 cm estos fue el resultado de los 120 días que duro el experimento. Los datos de sobrevivencia indican que la dieta con mejores resultados fue la enriquecida con B1 (71.66%). Los resultados muestran que las cepas probióticas aisladas de los peces, independientemente de que provengan de otras especies, confieren mayores beneficios en su biometría que probióticos comerciales aislados del ser humano u otros mamíferos.

Otro de los beneficios que puede genera con el uso de probiótico desde el punto de vista económico, es generar una mayor producción y rentabilidad en los sistemas de cultivos donde se utilizan estos probióticos. Uno de estos estudios que apoya estos beneficios es el publicado por López-Villagómez y Cruz-Benavides (2011), en donde llevaron a cabo un cultivo semi-intensivo de tilapia roja *Oreochromis sp.*, en el cual se aplicaron los probióticos *Bacillus sp.*, y *Lactobacillus sp.*, los cuales representaron una inversión mínima en comparación a las ganancias que obtuvieron en cuanto al crecimiento de los organismos, un menor porcentaje de mortalidad dentro del cultivo y como consecuencia un mayor rendimiento de producción y ganancias.

3.6 Desventajas de los probióticos

En 1996 se destacó que no se ha demostrado un “balance microbiano” en la flora intestinal; es decir que no existe un equilibrio entre los microorganismos benéficos llamados probióticos y los organismos patógenos. Si este término fuera aplicado en el ámbito acuático, muchos de los llamados probiótico deberían ser excluidos, simplemente porque no pueden ser considerados como suplementos dietéticos, lo cual se propuso referirse a “células microbianas vivas administradas como suplementos dietéticos con el fin de mejorar la salud” (Tannock, 1996).

El trabajo de Calero (2006) afirma que los probiótico no tienen el efecto químico terapéutico, es posible que el abuso y su uso anti-técnico (promovido por la comercialización excesiva) puedan a corto o mediano plazo crear regulaciones y prohibiciones en su uso, estas prohibiciones son generadas por la fuente de donde son extraídas las bacteria, ya que por mejorar los organismos de un cultivo podría dañar toda la población. Es recomendable mantenerse constantemente informados sobre la clasificación y origen de los microorganismos del probiótico utilizado para los diversos cultivos acuícolas.

Díaz & Martínez-Silva (2009), resaltan que los probióticos traen grandes beneficios asociados al tracto gastrointestinal y genera efectos beneficiosos como el incremento en la conversión alimenticia, en la resistencia a enfermedades y de la calidad del agua. Sin embargo, la aplicación de estos probióticos en los cultivos de camarón hace falta orientar los estudios para entender los mecanismos de acción de los probióticos, así como para establecer los protocolos de aplicación, teniendo en cuenta factores críticos en las etapas de cultivo, densidad de siembra y dosis de administración en relación con los mecanismos de defensa inmunitaria del camarón y presencia de organismos potencialmente patógenos. Señalan que en el cultivo de camarón el uso de probióticos se realiza de manera indiscriminada los cuales pueden causar la aparición de cepas bacterianas multi-resistentes que puede alterar los ecosistemas próximos al cultivo e incluso poner en riesgo la salud de quien los consume.

En este artículo fue reportada una nueva enfermedad, que afectaba al camarón *Litopenaeus vannamei*, el organismo patógeno se identificó con el género *Spiroplasma*, la cual fue descrita como una nueva especie llamada *Spiroplasma penaei*. Donde el objetivo del trabajo era reconocer algunos aspectos del comportamiento *in vitro* de la bacteria para correlacionarlos en la fase *in vivo* con un bioensayo que involucraba tres antibióticos y un probióticos. En la fase *in vitro* utilizaron la técnica PCR en tiempo real (qPCR) para la cuantificación de ADN y para el efecto inhibitorio en caldo. En la fase *in vivo* se tomaron camarones de 5 g. de pesos, se infectaron para después ser tratados con tres antibióticos y un probiótico. Donde se logró efectuar una aproximación a la curva de crecimiento de *S. penaei* y en la inhibición en caldo para cada antibiótico, donde se concluyó que los antibióticos utilizados mostraron diferencias altamente significativas en el análisis de la curva de sobrevivencia Kaplan Meier, con respecto al control positivo. Los cálculos de los grupos tratados con nistatina y probiótico no mostraron diferencias significativas. Lo cual se recomienda realizar nuevos ensayos para dilucidar el comportamiento de la nistatina *in vivo*, así mismo, es necesario realizar nuevos ensayos *in vitro* e *in vivo* con *S. penaei* para conocer a fondo el ciclo de vida del microorganismo y los posibles mecanismo de patogenicidad (Medina-Mancilla, 2006).

IV. CONCLUSIÓN

El uso de los probióticos en la acuicultura es reciente, pero ya se han generado diversos estudios que comprueban los beneficios en este sector. La aplicación de probióticos contribuye a mejorar la sobrevivencia de los organismos acuáticos, debido a que los microorganismos benéficos afectan en forma benéfica la salud del huésped; mejorando el sistema inmunológico, la secreción de enzimas dando como resultado un rápido crecimiento y mejor salud en los organismos. Además se han comprobado que los probióticos mejoran la calidad del agua de las especies en cultivo; debido a que compiten por el alimento o nutrientes de los organismos patógenos, reducen la población de organismos patógenos, degradan la materia orgánica de los estanques y logran colonizar la flora bacteriana manteniendo en equilibrio los organismo patógenos de la flora bacteriana del agua.

En la acuicultura los probióticos se suministran de diferentes formas debido a que no todos los probióticos tienen los mismos mecanismos de acción. Unos son suministrados directamente al agua debido a que son componentes de la flora bacteriana del agua, este tipo de bacterias compiten por nutrientes con los patógenos externos y degradan la materia orgánica manteniendo la buena calidad de agua. Estos probióticos son suministrados externamente por la habilidad que poseen para resistir al calor, pH y salinidades extremas., Mientras que otros se suministran mezclado con el alimento o con otros ingredientes, como fermentación de levaduras en combinación con melaza y la adición de substratos micro porosos que contienen los probiótico elaborados comercialmente, estos probióticos son suministrados mediante el alimento ya que resisten el paso a las enzimas del tracto intestinal y son parte de la flora del intestino, ayudando a obtener un adecuado balanceo de la flora intestinal.

Los probiótico deben de ser suministrados en las dosis correctas porque es posible que el abuso y su uso anti-técnico puedan a corto o mediano plazo crear regulaciones y prohibiciones en su uso, estas prohibiciones son generadas por la fuente de donde son extraídas las bacterias, ya que por mejorar los organismos de

un cultivo podría dañar toda la población. Es recomendable mantenerse constantemente informados sobre la clasificación y origen de los microorganismos del probiótico utilizado.

V. PROPUESTAS Y RECONMEDACIONES

Cuando el piscicultor considere suministrar un probiótico tiene que conocer las formas de suministro, y eso va a depender del tipo de probiótico la forma más adecuada sería suministrar una mezcla de probiótico tanto en el alimento como en el agua, debido a que se ha obtenido resultados. Además de características idóneas que busca el piscicultor para un buena calidad de agua en el cultivo mayor crecimiento y peso en los organismos debido a que el sistema inmune los hace más resistente a enfermedades.

Como recomendación el piscicultor necesita estar capacitado para el suministro correcto de los probióticos, ya sea en la mezcla con alimento o suministrados en el agua, la dosis debe de ser la correcta debido a que el suministro inadecuado podría causar alteraciones, como pérdida de organismos a corto o medio plazo en el cultivo.

Otra de las recomendaciones es conocer el proceso de preparación de los microorganismos para suministrarlos, ya que si no se prepara de manera correcta o si sobrepasa el tiempo de preparación o suministro del probiótico, no producirá en el efecto benéfico esperado.

Como se menciona anteriormente el empleo de probióticos es reciente en el sector acuícola, por lo que se recomienda seguir realizando estudios pertinentes en los diferentes tipos de cultivos, en busca de nuevos probióticos, en las formas de suministro, en la dosificación de los probióticos y evaluar la rentabilidad económica del uso de los probióticos en el sector acuícola.

VI. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- **Andlid, T.** 1995. Ecological Physiology of Yeast Colonizing the Intestine of Fish. Department of General and Marine Microbiology, Sweden. Pp. 75.
- **Apún-Molina, J. P.** 2007. Efecto de bacterias con potencial probiótico en el crecimiento y supervivencia de la tilapia *Oreochromis niloticus* (Linneaus 1758), cultivada en el laboratorio, Guasave, Sinaloa, noviembre 2007. Pp. 85.
- **Avella, M.A., Gioacchini, G., Decamp, O., Makridis, P., Bracciatelli, C., Carnevali, O.** 2010. Application of multi-species of Bacillus in sea bream larviculture. Aquaculture. Vol. 305. Pp.12-19.
- **Axelsson, L.** 1998. Lactic acid bacteria. Classification and physiology. *En: S. Salmine & S. Von Wright (Eds).* Lactic acid bacteria. Microbiology and Functional aspects. Marcel Dekker, In. Pp. 617.
- **Campa-Córdova A. I., Luna-González A., Mazón-Suastegui J. M., Aguirre-Guzmán G., Ascencio F., Abelardo H. González-Ocampo.** (2010). Efectos de bacterias probióticas en el cultivo larvario del ostios del placer *Crassostrea corteziensis* (Bivalvia: Ostreidae). Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744) Vol. 59 (1). Pp. 183-191.
- **Balcázar, J. L.** 2002. Uso de probióticos en la acuicultura: Aspectos generales CIVA 2002 (<http://www.civa2002.org>), Pp. 877-881.
- **Balcázar, J. L., De Blas, I., Ruiz-Zarzuela, I., Cunningham, D., Vendrell, D. y Muzquiz, J. L.** 2006. The role of probiotics in aquaculture. Vet. Microbiol. Vol. 14. Pp. 173-186.
- **Balcázar, J. L., De Blas, I., Ruiz-Zarzuela, I., Vendrell, D., Calvo, A. C., Márquez, I., Girones, O. y Muzquiz, J. L.** 2007. Changes in intestinal microbiota and humoral immune response following probiotic administration in brown trout (*Salmo trutta*). Br J Nutr. Vol 97. Pp. 522-527.
- **Bergey, L.** 1992. Manual of Systematic Bacteriology. The Williams and Wilkins Co; Baltimore. 10th edition, vol. 2. Pp. 8-12.

- **Bergey, L.** 1994. *Bergey's Manual of Systemic Bacteriology*. Noel. R. Krieg (ed.) Editorial Williams & Wilkins Baltimore. London. Vol. 8. Pp. 4-6.
- **Bhat, B. V.** 1992. Potentials and prospects for an *Artemia* aquabusiness in India. *Seafood-Export. Journal*. Vol. 24. (6). Pp. 27-31.
- **Bogwald, J. Y., Dalmo, R. A., Leifson, R.M., Stenberg E., Gildberg, A.** 1996. The stimulatory effect of a muscle protein hydrolysate from Atlantic cod, *Gadus morhua* L., head kidney leucocytes. *Fish Shellfish immunol*. Vol. 6. Pp. 3-16.
- **Campa-Córdova, A.I., H. González-Ocampo, A. Luna- González, J.M. Mazón Suástegui & F. Ascencio.** 2009. Growth, survival, and superoxide dismutase activity in juvenile *Crassostrea corteziensis* (Hertlein, 1951) treated with probiotics. *Hidrobiológica*. Vol. 19. Pp. 151-157.
- **Castro-Barrera T., Monroy-Dosta C., Castro-Mejía J., Lara-Andrade R & Castro-Mejía G.** (2011). Efecto de cuatro probióticos en el crecimiento y la sobrevivencia de *Carassius auratus*. *Ciencia pesquera*. Vol. 19. (1). Pp. 30-45.
- **Calero, G.** 2006. Seleccionando el probiótico adecuado para el cultivo de camarón. Diez puntos clave a considerar. México-Distrito Federal. <http://www.industriaacuicola.com/PDFs/5.2%20SeleccionandoProbiotico.pdf>
- **Cota-Gastélum Luis A.** (2011). efecto de prebióticos y microorganismos con potencial probiótico en la supervivencia y crecimiento de la tilapia *Oreochromis niloticus*, cultivada en condiciones de laboratorio. Tesis de maestría. Guasave, Sinaloa; México. Pp. 50.
- **De las Cagigas-Reig, A. L. y Blanco-Anesto, J.** 2002. Prebióticos y probióticos, una relación beneficiosa. *Revista Cubana Aliment Nutr*. Vol. 16(1). Pp. 8-63.
- **Díaz, L. V. & Martínez-Silva, M. A.** (2009). Probióticos como herramienta biotecnológica en el cultivo de camarón: reseña. *Bol. Invest. Mar. Cost*. Vol. 38 (2). ISSN Pp. 0122-9761.
- **FAO.** 2012. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2012. Roma. Pp. 231.

- Fuller, R. 1989. Probiotics in man and animal. *Journal of Applied Bacteriology*. Vol. 66. Pp. 365-378.
- Fuller, R. 1992. History and development of probiotics. En. S.A.W. Gibson (ed.), *Human health: the contribution of microorganisms*. Springer verlag, U.S.A. Pp. 63-73.
- Gatesoupe, F. J. 1999. The use of probiotics in aquaculture. *Aquaculture*. Vol. 180. Pp. 147- 165.
- Gibson, G.R. y Roberfroid, M.B. 1995. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. *Journal of Nutrition*. Vol. 125. Pp. 1401-1412.
- Goarant, C., Y. Reynaud, D., Ansquer, S., Decker, D., Saulnier y Roux, F. Le 2006. Molecular Epidemiology of *Vibrio nigripulchritudo*, a pathogen of cultured penaeid shrimp (*Litopenaeus stylirostris*) in New Caledonia *Systematic and Applied Microbiology*. Vol. 29. Pp. 570-580.
- Gómez, D. 2003. Aislamiento y caracterización de *Vibrio* sp. Con capacidad probiótica en larvicultura de camarón *Litopenaeus vannamei*; *Microbiología Industrial*, Pontificia Universidad javeriana. Facultad de Ciencias Básicas. Bogota D. C. Pp. 8-10.
- Gómez-Gil, B., Roque, A. Y Turnbull, J.F. 2000. The use and selection of probiotic for use in the cultura of larva aquatic organisms. *Aquaculture*. Vol. 191. Pp. 259-270.
- Góngora, C. M. 1998. Mecanismos de resistencia bacteriana ante la medicina actual. McGraw-Hill, España. Pp. 456.
- Guevara, J., Mateus, R. y Quintero L., 2003. Evaluación de la utilización de probióticos en la fase de levante del ciclo de producción de la Mojarra roja (*Oeochromis sp.*), Universidad Nacional de Colombia. Pp. 1-5.
- Gullian, M., Thompson, F., y Rodríguez, J. 2003. Selection of probiotic bacteria and study of their immunostimulatory effect in *Penaeus vannamei*. *Aquaculture* Vol. 233. Pp. 1-14.

- Gullian, M., Thompson F., y Rodríguez J. 2004. Selection of probiotic bacteria and study of their immunostimulatory effect in *Penaeus vannamei*. Aquaculture. Vol. 233. Pp. 114.
- Irianto, A. Y Austin, B. 2002. Use of probiotics to control furunculosis in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). Journal of Fish Diseases Vol. 25. Pp. 333-342.
- Kandler, O., y Weiss, N. 1992. Regular nonsporing Gram-positive rods. En P. H. A. Sneath, M. S. Mair, M. E. Sharpe y J. G. Holt (Editor). Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, the Williams and Wilkins Co; Baltimore. 10th edition. Vol. 2. Pp. 1208-1260
- Klaenhammer, T.D., y Kullen, M.J. 1999. Selection and design of probiotics. International journal of Food microbiology. Vol. 50. Pp. 45- 57.
- Lara-Flores, M., Olivera-Castillo, L., y Olvera-Novoa, M. A. 2010. Effect of the inclusion of a bacterial mix (*Streptococcus faecium* and *Lactobacillus acidophilus*), and the yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) on growth, feed utilization and intestinal enzymatic activity of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). International Journal of Fisheries and Aquaculture. Vol. 2(4). Pp. 93-101.
- López-Villagómez, B. R., y Cruz Benavides L. A. 2011. Elaboración de un probiótico a base de microorganismos nativos y evaluación de su efecto benéfico al proceso digestivo de la tilapia roja (*oreochromis spp.*) en etapa de engorde en la zona de santo domingo. Tesis de licenciatura. Pp. 56-58.
- Manning, T., y Gibson, G. 2004. Prebiotics. Best Practice & Research in clinical Gastroenterology Vol. 18. Pp. 287-298.
- Marin, M., Bantar, C., Monterisi, A., Smayevsy, J., Suárez de Basnec, M. C. y Bianchini, H. 1993. Aislamiento e identificación de *Lactobacillus spp.* vancomicina-resistentes en materiales clínicos. Infect. & Microbiol. Clin. Vol. 5 (4). Pp. 28-31.
- Medina-Mancilla, M. A. 2006. Infección experimental del camarón blanco *Litopenaeus vannamei* con *Spiroplasma penaei* y respuesta de la

enfermedad tres antibióticos y un probiótico. Pontificia universidad javeriana facultad de ciencias básicas carretera de microbiología industrial. Pp. 82.

- **Mejia, G. C., Mejia, J. C., Barrera, T. C., Zaragoza, A. E. & Castillo, V. G.** 2005. Importancia de los probióticos en la acuicultura, utilizando *Artemia franciscana* como bioencapsulante. Pp. 29-43.
- **Melgar-Valdes, C. E., Barba-Macías E., Álvarez-González C. A., Sánchez-Martínez A. J. y Tovilla-Hernández C.** “uso de probióticos en el mejoramiento de la calidad del agua y el crecimiento de la tilapia *Oreochromis niloticus*” Libro de resúmenes del XIII Congreso Nacional de Ictiología y 1er Simposio Latinoamericano de Ictiología, del 29 de octubre al 02 de noviembre de 2012, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México. Pp. 230.
- **Moriarty, D.** 1999. Disease Control in Shrimp Aquaculture with Probiotic Bacteria. En: Proceedings of the 8th International Symposium in Microbial Ecology. Bell, C., Brylinsky, M. and Johnson, G., (Eds.), Atlantic Canada Society for Microbial Ecology. Halifax, Canada.
- **Monroy-Dosta C., Castro-Barrera T., Castro-Mejía J., Castro-Mejía G. & Lara-Andrade R.** (2012). Beneficios del uso de probióticos en la flora bacteriana intestinal de los organismos acuáticos. Pp. 8.
- **Naidu, A. S., Bidlack, W. R., y Clemens, R. A.** 1999. Probiotic spectra of lactic acid bacteria (LAB). Critical Reviews in Food Science and Nutrition. Vol. 38. Pp. 13-126.
- **Nicovita,** 2002. Los probióticos en la acuicultura. boletín v.7 edición 1. http://www.alicorp.com.pe/ohs_images/nicovita/boletines/2002/bole_0210_01.pdf
- **Nikoskelainen, S.A., Ouwehand, G., Bylund, S., Salminen, S. y E.M. Lilius.** 2003. Immune enhancement in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) by potential probiotic bacteria (*Lactobacillus rhamnosus*). Fish Selfish Immunology. Vol. 15. Pp. 443-452.

- **Ochoa, J. L., y Vazquez-Juarez, R.** 2004. Las levaduras marinas como herramienta científica y biotecnológica. Universidad y ciencia. Número especial. Vol. 1. Pp. 39-50.
- **OMS.,** 2001. Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food .Organización Mundial de la Salud (OMS, WHO en sus siglas en inglés). Consultado el 15 de junio del 2014. En: <http://probioticos-y-alimentosfuncionales>.
- **OMS.** 2002. *Aeromonas*. En: *Guías para la calidad del agua potable*, 2.^a ed. *Apéndice: Microbiological agents in drinking water*. Ginebra (Suiza), Organización Mundial de la Salud. http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_11.pdf
- **Parker, R. B.** (1974) Probiotics. The other half of the antibiotics story. *Animal Nutrition and Health*. Vol. 29. Pp. 4-8.
- **Partida-Arangure, B. O.** 2009. “Efectos de prebióticos y microorganismos probióticos en el crecimiento, supervivencia y sistema inmune del camarón blanco *litopenaeus vannamei*, cultivado en condiciones experimentales”. Tesis de maestría. Instituto politécnico nacional. Departamento de acuacultura unidad-Sinaloa. Guasave, Sinaloa. Pp. 75.
- **Quiñonez-Zúñiga D.** 2008. Efecto de bacterias ácido lácticas y levaduras con potencial probiótico en el cultivo de las tilapias *Oreochromis niloticus* y *Oreochromis sp.* Tesis de maestría instituto politécnico nacional. Guasave Sinaloa México. Pp. 57.
- **Rengpipat, S. A., Tunyanun, A.W., Fast, 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. *Diseases of Aquatic Organisms*. Vol. 55. Pp. 169-173.
- **Samaniego, L., y Sosa, M.** 2002. *Lactobacillus spp.* Importantes promotores de actividad probiótica, antimicrobiana y bioconservadora. Centro de Estudios Biotecnológicos. Facultad de Agronomía. Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”. Matanzas, Cuba. Consultado el 19-04-

2011.<http://www.bibliociencias.cu/gsd/collect/libros/index/assoc/HASH011d/e18c5081.dir/doc.pdf>.

- **Smith, P. y Davey, S.** (1993) Evidence for the competitive exclusion of *Aeromonas salmonicida* from fish with stress-inducible furunculosis by a fluorescent pseudomonad. *Journal of Fish Diseases*. Vol. 16. Pp. 521-524.
- **Sullivan, D. J. O.,** 2001. Screening of intestinal micro flora for effective probiotic bacteria. *Journal of Agriculture Food Chemistry*. Vol. 49. Pp. 1751-1760.
- **Tannock, G. W.** 1996. Modification of the normal microbiota by diet, stress, antimicrobial agents, and probiotics. In: *Gastrointestinal Microbiology*, Vol. 2, *Gastrointestinal microbes and host interactions* (Eds R.I. Mackie, B.A. Withe and R.E. Isaacson) Chapman & Hall Microbiology Series, International Thomson Publishing, New York, Pp. 434-465.
- **Tapie Cumbal J.,** 2013. Evaluación del efecto de EMS (*Lactobacillus* spp., y *Saccharomyces* spp.), Como aditivos nutricionales en la alimentación de cuyes. Tesis de licenciatura. Pp. 9.
- **Verschuere, L., Rombaut, G., Sorgeloo, P., y Verstraete, W.** 2000. Probiotic bacteria as biological control agents in aquaculture. *Mol. Micr. Biol.* vol. 64. Pp.651-671.
- **Vine, N.G., Leukes, W.D., Kaiser, H., Daya, S., Baxter, J. y Hecht, T.** 2004. Competition for attachment of aquaculture candidate probiotic and pathogenic bacteria on fish intestinal mucus. *J. Fish Dis.* Vol. 27. Pp. 319-326.
- **Wang, Y.G., Lee, K.L., Najiah, M., Shariff, M., Hassan, M.D.** 2000. A new bacterial White spot syndrome (BWSS) in cultured tiger shrimp *penaeus monodon* and its comparison with white spot syndrome (WSS) caused by virus. *Dis. Aquat.* Vol. 41. Pp. 9-18.
- **Ziaei-Nejad, S.** 2004. The effects of *Bacillus* spp. Bacteria as a probiotic on growth, survival and digestive enzyme activity of Indian White shrimp, *Fenneropenaeus indicus*, larvae and postlarvae. MSc thesis. Tehran University Iran. Pp.100.

- **Ziener, C.J., Y Gibson, G.R. 1998. An overview of probiotics, prebiotics and synbiotics in the functional food concept: perspectives and future strategies. Int. Dairy J. Vol. 8. Pp. 473-479.**