





**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ  
“MANUEL FÉLIX LÓPEZ”**

**CARRERA PECUARIA  
TESIS PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MÉDICO  
VETERINARIO**

**TEMA:**

**INFLUENCIA DE LA ACTIVIDAD PROBIÓTICA DE (*Lactobacillus  
plantarum*) EN CAMARONES (*Litopenaeus vannamei*) EN  
ESTANQUES ARTIFICIALES DE LA ESPAM MFL**

**AUTORES:**

**JIMMY EMANUEL MACÍAS BARRE  
MANUEL GUSTAVO PALMA MORA**

**TUTORA:**

**DRA. FÁTIMA ARTEAGA CHÁVEZ, Mg. Sc.**

**CALCETA, JUNIO 2017**

## **DERECHOS DE AUTORÍA**

**Jimmy Emanuel Macías Barre y Manuel Gustavo Palma Mora**, declaran bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su reglamento.

.....  
**JIMMY E. MACÍAS BARRE**  
**131262915-5**

.....  
**MANUEL G. PALMA MORA**  
**131329784-6**

## CERTIFICACIÓN DE TUTOR

Fátima Arteaga Chávez, Mg. Sc. certifica haber tutelado la tesis **“INFLUENCIA DE LA ACTIVIDAD PROBIÓTICA DE (*Lactobacillus plantarum*) EN CAMARONES (*Litopenaeus vannamei*) EN ESTANQUES ARTIFICIALES DE LA ESPAM MFL”** que ha sido desarrollada por Jimmy Emanuel Macías Barre y Manuel Gustavo Palma Mora, previa la obtención del título de Médico Veterinario, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López”.

.....  
DRA. FÁTIMA ARTEAGA CHÁVEZ Mg. Sc.  
**TUTORA**



## AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de una educación superior de calidad y en la cual he forjado mis conocimientos profesionales día a día;

Al terminar esta investigación quiero expresar el más sincero agradecimiento a Dios por la vida y a mis padres por apoyarme en este largo camino enseñándome el verdadero valor de la vida sobre la tierra, además quiero dejar en constancia mi gratitud a las siguientes personas que me apoyaron siempre:

A el Blgo. Johnny Navarrete Álava

A la Dra. Fátima Arteaga Chávez

A el Ing. Piero fajardo Navarrete

Al Sr. Albert Espinoza Vélez

Y a todo el personal que brinda su servicio en el Laboratorio de Microbiología del área agropecuaria

A la memoria de mi abuelo Pulio Manuel Palma Ganchozo que con su rigor y un espíritu grande, nos brindó sabios consejos para entender el camino de la vida

A mis abuelas por haberme apoyado en momentos difíciles.

Y a todos nuestros amigos y compañeros que a lo largo de este trabajo nos colaboraron desinteresadamente, a todos ellos mil gracias.

.....  
**MANUEL G. PALMA MORA**

## AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de una educación superior de calidad y en la cual he forjado mis conocimientos profesionales día a día;

A Dios por la fuerza espiritual que él me brindo en todo momento seguidamente a mis padres Yimi Ignacio Macías Santana y Mirian Migdalia Barre Moreira por ser mi mayor motivación y ejemplo a seguir; a mis familiares que de una u otra manera también me motivaron.

A la Dra. Fátima Arteaga Chávez

Al Blgo. Johnny Navarrete Álava

Al PhD. Ernesto Hurtado

Al Sr. Albert Espinoza Vélez

Y a todo el personal que brinda su servicio en el Laboratorio de Microbiología del Área Agropecuaria.

Y a todos nuestros amigos y compañeros que a lo largo de este trabajo nos colaboraron desinteresadamente, a todos ellos mil gracias.

.....  
**JIMMY E. MACIAS BARRE**

## **DEDICATORIA**

A mis padres Gustavo y Antonia a mis hermanos y amigos que con sus consejos han sido instrumento de fortaleza que supieron guiarme por el sendero plano para cultivar un corazón noble en cada paso dado en este competitivo mundo.

.....  
**MANUEL G. PALMA MORA**



## DEDICATORIA

Dedico este gran logro a mis padres Yimi y Mirian a mi hermana Lucia, a mi sobrina Noemí y por ultimo a mis demás familiares y amigos que con sus consejos han sido de mucha ayuda y motivación para poder llegar a cumplir este logro sabiendo que aún hay mucho por aprender y recorrer en esta vida.

.....  
**JIMMY E. MACÍAS BARRE**

## CONTENIDO GENERAL

CARÁTULA.....	i
DERECHOS DE AUTORÍA.....	ii
CERTIFICACIÓN DE TUTOR.....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
DEDICATORIA .....	vii
DEDICATORIA .....	viii
CONTENIDO GENERAL.....	ix
CONTENIDO DE CUADROS Y FIGURAS.....	xi
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES .....	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	3
1.3. OBJETIVOS.....	4
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	4
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
1.4. HIPÓTESIS, PREMISAS Y/O IDEAS A DEFENDER .....	4
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. ACUICULTURA .....	5
2.2. CAMARÓN .....	7
2.2.1. ESPECIES DE CAMARONES .....	8
2.2.2. <i>LITOPENAEUS VANNAMEI</i> .....	8
2.3. ALIMENTACIÓN PARA CAMARONES.....	9
2.4. MANEJO DE LA CALIDAD DEL AGUA .....	9
2.4.1. MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA .....	11
2.5. RECAMBIO DE AGUA DE LOS ESTANQUES .....	12
2.6. PROBIÓTICO .....	13
2.6.1. MECANISMO DE ACCIÓN DE LOS PROBIÓTICOS .....	16
2.6.2. USO DE PROBIÓTICOS EN LA ACUACULTURA.....	18
2.6.3. VENTAJAS AL USO DE PROBIÓTICOS.....	18

2.7. PROBIÓTICOS DE <i>Lactobacillus plantarum</i> .....	19
2.7.1. CLASIFICACIÓN CIENTÍFICA DE <i>Lactobacillus plantarum</i> .....	20
2.8. USO DE PROBIÓTICOS EN CAMARÓN Y OTROS CULTIVOS .....	20
2.9. MEJORAMIENTO DE CALIDAD DEL AGUA POR EL USO DE PROBIÓTICO LACTOBACILOS .....	21
2.10. MEJOR DESCOMPOSICIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA CON EL USO DEL PROBIÓTICO.....	22
2.11. MEJORAMIENTO DE LA CONVERSIÓN EN CAMARONES USANDO PROBIÓTICO .....	23
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO .....	24
3.1. UBICACIÓN .....	24
3.2. CONDICIONES CLIMÁTICAS .....	24
3.3. DURACIÓN DEL TRABAJO .....	24
3.4. FACTOR (ES) EN ESTUDIO .....	24
3.5. TRATAMIENTOS.....	24
3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	25
3.7. UNIDAD EXPERIMENTAL.....	25
3.8. VARIABLES ESTUDIADAS .....	25
3.8.1. VARIABLE INDEPENDIENTE: .....	25
3.8.2. VARIABLES DEPENDIENTES: .....	25
3.9. PROCEDIMIENTO.....	25
3.9.1. DESINFECCIÓN DE LOS ESTANQUES .....	25
3.9.2. PREPARACIÓN DE LOS ESTANQUES .....	26
3.9.3. RECEPCIÓN DE LOS NAUPLIOS .....	26
3.9.4. TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES.....	26
3.9.5. ASIGNACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS.....	26
3.9.6. MANEJO DE LAS UNIDADES OBSERVACIONALES .....	26
3.9.6.1. RECAMBIO DE AGUA .....	26
3.9.6.2. ALIMENTACIÓN DE LOS CAMARONES.....	27
3.9.6.3. DOSIFICACIÓN DEL PROBIÓTICO ( <i>Lactobacillus plantarum</i> ).....	27
3.9.6.4. MEDICIÓN DE LOS PARÁMETROS ABIÓTICOS .....	28
3.9.6.5. PRUEBA MICROBIOLÓGICA PARA EVALUAR EL IMPACTO AMBIENTAL.....	28
3.9.6.6. RELACIÓN COSTO - BENEFICIO .....	28

3.9.7. OBTENCIÓN DE LAS VARIABLES .....	29
3.9.7.1. GANANCIA DE PESO QUINCENAL .....	29
3.9.7.2. PESO INICIAL DEL CAMARÓN .....	29
3.9.7.3. LONGITUD FINAL DE LOS CAMARONES .....	29
3.9.7.4. LONGITUD INICIAL DEL CAMARÓN .....	29
3.9.7.5. CONVERSIÓN ALIMENTICIA .....	29
3.9.7.6. MORTALIDAD .....	30
3.9.7.7. PARÁMETROS ABIÓTICOS DEL AGUA (t) (OD) (PH) .....	30
3.9.7.8. IMPACTO AMBIENTAL .....	30
3.9.7.9. BENEFICIO – COSTO .....	30
3.10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	30
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	31
4.1. VARIABLES DEL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO .....	31
4.2. GANANCIA DE PESO .....	32
4.3. FACTOR CONVERSIÓN DE ALIMENTO .....	32
4.4. MORTALIDAD .....	33
4.5. PARÁMETROS ABIÓTICOS EN EL CULTIVO DE CAMARÓN ( <i>Litopenaeus vannamei</i> ) .....	34
4.6. IMPACTO AMBIENTAL .....	35
4.7. COSTO - BENEFICIO .....	35
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	37
5.1. CONCLUSIONES .....	37
5.2. RECOMENDACIONES .....	37
BIBLIOGRAFÍA .....	38
ANEXOS .....	43

### CONTENIDO DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro 2.1. Especies de Camarones .....	7
Cuadro 2.2. Clasificación científica de <i>Lactobacillus plantarum</i> .....	19
Cuadro 3.1. Datos de condiciones climáticas .....	22
Cuadro 3.2. Alimentación de los camarones en los distintos estadios .....	25
Cuadro 3.3. Dosificación del Probiótico ( <i>Lactobacillus plantarum</i> ) al tratamiento grupo 1 .....	26
Cuadro 4.1. Estadísticas descriptiva general de las variables de comportamiento productivo durante distintos períodos de tiempo .....	30

Cuadro 4.1.1. Promedio y error estándar de las variables productivas de los grupos bajo estudio.....	31
Cuadro 4.2. Estadística descriptiva de la variable ganancia de peso en los grupos bajo estudio.....	32
Cuadro 4.3. Factor de Conversión de alimento obtenido en los distintos grupos estudiados .....	33
Cuadro 4.4. Estadística descriptiva de la variable tasa de mortalidad en los grupos bajo estudio.....	33
Cuadro 4.5. Parámetros abióticos en el cultivo de camarón ( <i>Litopenaeus vannamei</i> ).....	34
Cuadro 4.6. Impacto ambiental .....	35
Cuadro 4.7. Costo-Beneficio .....	36
Anexo 1. Adecuación de los estanques y siembra de camarones.....	44
Anexo 1.A. Adecuación de los estanques en la primer semana .....	44
Anexo 1.B. Adecuación de los estanques y limpieza.....	44
Anexo 1.C. Limpieza de los estanques .....	45
Anexo 2. Eclosión de la artemía salina .....	45
Anexo 2.A. Segunda semana.....	45
Anexo 2.B. Revisión de la artemía salina .....	46
Anexo 2.C. Observación de los nauplios en sus estadios Zoea 1 .....	46
Anexo 2.D. Estadios de Zoea 1 .....	47
Anexo 2.E. Estadios de Zoea 1 .....	47
Anexo 3. Observación de los nauplios Zoea 2 .....	48
Anexo 3.A. Tercer semana.....	48
Anexo 3.B. Camarones en estadios Zoea 2 .....	48
Anexo 4. Camarones en estadios de Zoea 3 .....	49
Anexo 4.A. Cuarta semana .....	49
Anexo 4.B. Observación del crecimiento en estadio Zoea 3.....	49
Anexo 4.C. Revisión de los camarones en estadio Zoea 3 .....	50
Anexo 5. En estadios de Mysis 2 .....	50
Anexo 5.A. Mysis 2 .....	50
Anexo 5.B. Camarones en estadios Mysis 2 .....	51
Anexo 6. Observación del crecimiento en estadio Mysis 3.....	51
Anexo 6.A. Camarón en estadios de Mysis 3 .....	51
Anexo 5.A. Revisión de los camarones en estadio Zoea 3.....	50
Anexo 6.B. Camarón en estadio Mysis 3.....	52
Anexo 7. Revisión de los camarones en postlarva 1 .....	52
Anexo 7.A. Camarón en estadios de postlarva 1.....	52
Anexo 7.B. Camarones en postlarva 1 .....	53
Anexo 7.C. Camarones en estadios de postlarva.....	53
Anexo 8. Longitud tomada en estadios juvenil con regla.....	54
Anexo 8.A. Semana nueve.....	54
Anexo 8.B. Observación revisión de la longitud del camarón.....	54
Anexo 9. Análisis microbiológico MRS para ver la cantidad de Lactobacilos en el camarón .....	55
Anexo 9.A. Semana diez.....	55

Anexo 9.B. Prueba microbiológica MRS.....	55
Anexo 10. Revisión de los camarones en estadio de engorde .....	56
Anexo 10.A. Semana once revisión de los camarones.....	56
Anexo 11 Cosecha final de los camarones en la piscina.....	56
Anexo 11.A. Semana catorce.....	56
Anexo 11.B. Cosecha de los camarones.....	57
Anexo 12. Pruebas de t para las variables medidas .....	57
Anexo 12.A. Prueba de t para Peso por Tratamiento .....	57
Anexo 12.B. Prueba de t para Longitud por Tratamiento.....	58
Anexo 12.C. Anova no Paramétrico para Peso .....	58
Anexo 12.D. Anova no Paramétrico para Longitud.....	59

## RESUMEN

En la investigación se evaluó el desempeño del probiótico *Lactobacillus plantarum* en camarones *Litopenaeus vannamei* en toda su etapa de desarrollo. Al evaluar el efecto del probiótico sobre el crecimiento del cultivo de camarón. Se plantearon dos tratamientos: T1 (con probiótico) T2 (sin probiótico). Se utilizaron 10000 nauplios distribuidos en dos tratamientos en el cual a uno se le añadió probiótico que se inició con la dosis de 10mL hasta 50mL esta dosis se elevó gradualmente cada 15 días y fueron disueltos en 1000mL de agua destilada. Los datos se evaluaron mediante una investigación descriptiva y comparativa entre grupos homogéneos. Las variables en estudio fueron: Para T1 (con probiótico) ganancia de peso 1,41g, para longitud 8,04cm, la conversión alimenticia 0,95 y la tasa de mortalidad fue 10%. Mientras que para T2 (sin probiótico) la ganancia de peso 1,37g, para longitud 7,04cm, la conversión alimenticia 1,33 y la tasa de mortalidad fue del 40%. Seguidamente encontraremos los parámetros abióticos del agua para los respectivos tratamientos como son: T1 oxígeno disuelto (OD) 5,73mg/lt, temperatura en °C 29,9 y el pH 7,32 y para T2 OD 5,22mg/lt, temperatura en °C 29,2 y pH 6,50. Los parámetros del análisis microbiológico del agua permitieron ver una mayor calidad del agua para T1 en el cual se pudo evidenciar la presencia del probiótico que ayuda a la descomposición del sedimento. Se concluye que la presente investigación es una alternativa viable en la producción de camarón *Litopenaeus vannamei* siendo factible económicamente el uso del probiótico *Lactobacillus plantarum*.

### PALABRAS CLAVE

Probiótico, alimentación, camarón, fases, agua.

## ABSTRACT

This research evaluated the performance of the probiotic *Lactobacillus plantarum* in *Litopenaeus vannamei* shrimp throughout its developmental stage. When the effect of probiotic on shrimp growing was evaluated. Two treatments were proposed: T1 (with probiotic) T2 (without probiotic). It was used 10,000 Nauplius distributed in two treatments in which one was added probiotic that started with the dose of 10mL up to 50mL this dose was gradually raised every 15 days and were dissolved in 1000mL of distilled water. Data were evaluated through descriptive and comparative research among homogeneous groups. The variables under study were: For T1 (with probiotic) gain of weight 1.41g, for length 8.04cm, feed conversion 0.88 and mortality rate was 10%. While for T2 (without probiotic) the weight gain 1.37g, for length 7.04cm, feed conversion 0.91 and the mortality rate was 40%. Next we will find the abiotic parameters of the water for the respective treatments as: T1 dissolved oxygen (OD) 5.73mg / lt, temperature in ° C 29,9 and pH 7,32 and for T2 OD 5,22mg / lt, temperature in ° C 29.2 and pH 6.50. The parameters of the microbiological analysis of the water allowed to see a higher quality of the water for T1 in which the presence of the probiotic evidenced that it helps to the decomposition of the sediment. It is concluded that the present research is an alternative variable in the production of shrimp *Litopenaeus vannamei*, the same that makes the use of probiotic *Lactobacillus plantarum* economically feasible.

## KEY WORDS

Probiotic, food, shrimp, phases, water.



# CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

## 1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La camaronicultura se ha caracterizado por tener un acelerado crecimiento y una rápida expansión económica, circunstancia que ha incidido en la intensificación de los sistemas de producción (Ajitha *et al.*, 2004). Sin embargo, durante los últimos 20 años los productores de camarón han sufrido enormes pérdidas económicas, debido al incremento de enfermedades que afectan su producción y exportación (Zokaei *et al.*, 2009, Panwichian *et al.*, 2010).

No obstante, el uso y el abuso de agentes químicos (antibióticos, terapéuticos) se presentó como la mejor opción para prevenir y controlar los problemas relacionados con enfermedades en el cultivo de camarón (Qi *et al.*, 2009). Pero, los efectos adversos ocasionados por la resistencia de las bacterias patógenas y sus repercusiones en la salud humana, originaron la búsqueda de nuevas tecnologías que permitieran disminuir: 1) la pérdida potencial de los productores, 2) el riesgo en el consumo, y 3) su impacto en el ambiente (Zokaei *et al.*, 2009).

Por este motivo diversos autores han propuesto la implementación de tecnologías limpias a través del uso de probióticos en la acuicultura, los cuales han sido definidos como “microorganismos con efectos benéficos sobre el hospedero por la modificación del ambiente huésped-hospedero o la modificación de su comunidad microbiana, por la mejora en la asimilación de alimento o de su valor nutricional, por mejoramiento de la respuesta del hospedero ante enfermedades o por la mejora en la calidad de su medio ambiente” (Vershuere *et al.*, 2000). Estos consorcios microbianos también han sido denominados como microorganismos eficientes.

En base a lo anterior expuesto, surge nuestra interrogante: ¿Será posible evaluar la actividad Probiótica de *Lactobacillus plantarum* como una nueva implementación en la acuicultura intensiva para la mejora de los indicadores productivos, de salud y su impacto ambiental en camarones *Litopenaeus vannamei* de la ESPAM “MFL”?



## 1.2. JUSTIFICACIÓN

El camarón es y ha sido en las últimas décadas la especie marina de mayor relevancia dentro del comercio exterior. El Ecuador es el mayor productor de camarón en cautiverio del hemisferio Occidental y el segundo productor a escala mundial, después de Tailandia; el 96% de la producción camaronera proviene del cultivo y el 4% de la pesca artesanal (Cámara Nacional de Acuicultura, 2000).

Luego de la crisis de esta actividad productiva, debido a una serie de enfermedades derivadas del irracional manejo de su espacio ambiental y de su práctica intensiva aparece, desde hace algunos años, un proceso de certificación orgánica de esta actividad. Como consecuencia de que se usó y abusó de sustancias prohibidas como los antibióticos durante la época en que hubo problemas causados por el virus de la “mancha blanca” y desde entonces se empezó a realizar estrategias que contrarresten este efecto. (Subsecretaría de Recursos Pesqueros, 2000).

Por eso la presente investigación se enfocó en la producción de cría intensiva de camarones, ya que esta es una de las producciones más importantes, delicadas y remunerativas a nivel nacional. Para lo cual se va a evaluar indicadores productivos y de salud, mediante el uso de un probiótico *Lactobacillus*, siendo este autóctono de nuestro medio y una nueva implementación en la acuicultura intensiva lo que justifica la presente investigación, habiendo resultados con probióticos de uso comercial. Aún más que en la actualidad el uso indiscriminado de antibióticos se lo hace de forma desmedida y esto afecta de forma indirecta al hombre.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la actividad probiótica de *Lactobacillus plantarum* en camarones *Litopenaeus vannamei* en estanques artificiales de la ESPAM “MFL” para medir indicadores productivos, de salud, ambiental y económico.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Determinar el efecto del uso del Probiótico *Lactobacillus plantarum* sobre los indicadores productivos.

Valuar la tasa de mortalidad de los camarones.

Estimar los parámetros abióticos

Valorar el impacto ambiental.

Establecer la relación costo – beneficio de la aplicación probiótico.

#### **1.4. HIPÓTESIS, PREMISAS Y/O IDEAS A DEFENDER**

La utilización del Probiótico *Lactobacillus plantarum* podría mejorar los indicadores productivos, de salud, ambiental y económico en la cría intensiva de camarones *Litopenaeus vannamei* en la ESPAM “MFL”.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. ACUICULTURA

Según FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) (2010), la cría de organismos acuáticos, comprendidos peces, moluscos, crustáceos y plantas. Supone la intervención humana para incrementar la producción; por ejemplo: concentrar poblaciones de peces, alimentarlos o protegerlos de los depredadores. La cría supone asimismo tener la propiedad de las poblaciones de peces que se estén cultivando.

La acuicultura varía mucho según el lugar donde se lleve a cabo, desde la piscicultura de agua dulce en los arrozales de Vietnam hasta la cría de camarón en estanques de agua salada en las costas de Ecuador, y la producción de salmón en jaulas en las costas de Noruega o de Escocia. Sin embargo, la mayor parte de la acuicultura se lleva a cabo en el mundo en desarrollo, para la producción de especies de peces de agua dulce de poco consumo en la cadena alimentaria, como la tilapia o la carpa (FAO, 2010).

En el mundo, la acuicultura ha crecido notablemente en los últimos 60 años, pasando de menos de un millón de toneladas en la década de 1950, a 51,7 millones de toneladas en 2006 con un valor de 78.800 millones de USD. A pesar de que la producción por pesca de captura dejó de crecer en la década de 1980, el sector acuícola mundial ha mantenido una tasa de crecimiento medio anual de 8,7% (excluyendo a China, con un 6,5%) desde 1970 (FAO, 2010).

La acuicultura representa en la actualidad el 76% de la producción mundial de peces de aleta de agua dulce y el 65% de la producción de moluscos y peces diádromos. Su contribución al suministro mundial de crustáceos ha crecido rápidamente en el último decenio y ha alcanzado el 42% de la producción mundial en 2006 y, en ese mismo año, proporcionó el 70% de los camarones y gambas (*penaeidos*) producidos en todo el mundo (FAO, 2010).

En el caso de América Latina y el Caribe, señala que la mayor tasa de crecimiento medio anual (22%), seguida por la región del Cercano Oriente

(20%) y la región de África (12,7%). El crecimiento de la producción en Europa y en América del Norte se ha frenado de forma sustancial un 1% anual desde 2000. Francia y Japón que solían ser líderes en el desarrollo de la acuicultura, han reducido la producción en el último decenio (FAO, 2009).

Aunque la producción acuícola seguirá aumentando, la tasa de crecimiento podría ser moderada en el futuro cercano. Con el incremento de la demanda, la producción y la comercialización, hay un aumento en el requerimiento para mejorar la sostenibilidad, la aceptación social y la seguridad para la salud humana (FAO, 2009).

Este no sólo afecta al comercio internacional y presiona a los productores para enfocarse en los métodos de producción que los conduzcan a lograrlo, sino que desafía a los países productores para desarrollar e implementar políticas apropiadas y desarrollar normas que permitan una producción y comercio responsable. Para ayudar a alcanzar estos objetivos, los miembros de FAO en 1995 adoptaron el Código de Conducta para la Pesca Responsable, proveyendo una estructura para el desarrollo responsable de la acuicultura y pesca (FAO, 2009).

En términos mundiales, no obstante, la producción de los principales grupos de especies sigue estando dominada por un grupo reducido de países. China produce el 77% de todas las carpas (*ciprínidos*) y el 82% del suministro mundial de ostras (*ostreidos*). La región de Asia y el Pacífico produce el 98% de las carpas (*Ciprinus carpius*) y el 95% de las ostras totales.

El 88% de los camarones y gambas (*penaeidos*) provienen también de esta región y los cinco mayores productores (China, Tailandia, Vietnam, Indonesia y la India) suministran el 81%. Noruega y Chile son los dos mayores productores mundiales de salmón (*Oncorhynchus kisutch* y *Salmo salar* - salmónidos) cultivado y se reparten el 33% y el 31%, respectivamente, de la producción mundial. Otros productores europeos suministran un 19% adicional (FAO, 2009).

## 2.2. CAMARÓN

El camarón, uno de los más valiosos productos del mar, es el nombre genérico de crustáceos decápodos primeros nadadores que están compuestos del carapacho que cubre el cefalotórax y el abdomen, conocidos respectivamente como cabeza y cola, esta última también cubierta por una concha un poco menos dura y fuerte. Los llamados langostinos son en realidad camarones y de esta última forma son conocidos generalmente en el comercio internacional. En el argot local, se suelen llamar langostinos a los camarones de mayor tamaño (Roldán y González, 2003).

Es importante aclarar desde un principio, que no hay diferencia anatómica, salvo las propias de la especie, entre los camarones de pesca y los de cultivo. Por lo tanto esta denominación proviene del hábitat donde se encuentran y el tipo de intervención del hombre para su desarrollo, alimentación y procreación (Roldán y González, 2003).

Hay muchas especies de camarón de pesca, pero las más conocidas son:

En el Pacífico, en aguas someras, el camarón blanco o langostino, *Penaeus vannamei*, *Penaeus occidentalis*, tití o camaroncillo, *Xiphopenaeus rivet*, y tigre *Trachipenaeus birdy*, *Trachipenaeus faoe*; en aguas profundas, el camarón Rojo *Penaeus brevirostris*, *Penaeus californiensis* (Roldán y González, 2003).

En el Atlántico, en aguas someras, el camarón rosado, *Penaeus brasiliensis*, el pintado, y el blanco o langostino. Tanto en el Atlántico como en el Pacífico, existen dos tipos de pesca, la Pesca Industrial y la Pesca Artesanal, esta última desarrollada en aguas someras, llamadas así a las poco profundas y costeras (Roldán y González, 2003).

## 2.2.1. ESPECIES DE CAMARONES

**Cuadro 2.1. Especies de Camarones**  
**Especies de camarones comerciales**

Género	Especie	Nombre Vulgar
<i>Litopenaeus</i> <sup>1</sup>	<i>Vannamei</i> *	Blanco
	<i>Stylostris</i> *	Azul
	<i>Occidentales</i>	Blanco
<i>Farfantepenaeus</i> <sup>1</sup>	<i>Brevirostris</i>	Rosado
	<i>Californiensis</i>	Café
<i>Protrachypene</i> <sup>1</sup>	<i>Precipua</i>	Pomada
<i>Xiphopenaeus</i> <sup>1</sup>	<i>Riveti</i>	Tití
<i>Trachypenaeus</i> <sup>1</sup>	<i>Byrdi</i>	Cebra
	<i>Similis</i>	Cebra
	<i>Faoea</i>	Cebra
<i>Sicyonia</i> <sup>2</sup>	<i>Disdorsalis</i>	Carapachudo
	<i>Picta</i>	Carapachudo
<i>Solenocera</i> <sup>1</sup>	<i>Agazzissi</i>	Carapachudo
<i>Heterocarpus</i> <sup>2</sup>	<i>Hostilis</i>	Carapachudo

Fuente: Correa et al., (2007)

### 2.2.2. LITOPENAEUS VANNAMEI

Arias y De la Torres (2013), mencionan que el camarón *Litopenaeus vannamei* es un crustáceo decápodo macruro nadador, de mediano tamaño, comestible, apreciado y comercializado en nuestros mercados. Se trata de una especie autóctona, nativa de la costa oriental del Océano Pacífico, desde Sonora hasta Perú, pero que hoy procede de los cultivos en numerosos países del continente americano.

Su presencia habitual en los mercados hace que sea una especie conocida por el carapacho, la mayoría de nuestros informantes, quienes solo en algunas encuestas (10% y 6%, de las realizadas en puertos atlánticos y mediterráneos, respectivamente) no le dan ningún nombre, y en otras emplean voces improvisadas que consideramos incorrectas (Arias y De la Torres, 2013).

Arias y De la Torres (2013), dicen que la denominación válida más frecuentemente empleada es *langostino*, que encontramos en casi todos los puertos del área de estudio. A continuación en frecuencia de ocurrencia, y repartida también por toda la costa andaluza, recogimos langostino blanco, que



alude al color verdoso pálido del animal. En el mismo sentido, en Huelva, Sanlúcar, El Puerto y Cádiz hallamos langostino marfil.

### **2.3. ALIMENTACIÓN PARA CAMARONES**

Mencionan Cuellar *et al.* (2010), que la nutrición del camarón está basada en alimentos artificiales suministrados por el granjero y por una importante variedad de organismos (algas, pequeños invertebrados bentónicos, etc.) y detritos orgánicos, que son parte de la productividad natural y del ambiente marino. Los nutrientes en el alimento manufacturado que no son convertidos en carne de camarón como es el caso de la sobrealimentación, aporte de “finos” (desintegración de pellets por transporte y manipulación inadecuados) y los contenidos en las heces, entran al agua y fertilizan el estanque.

Como alternativa, se propone para la producción de harina y aceite de pescado, el uso de los descartes y desperdicios de pescado provenientes de plantas de proceso y de la Fauna de Acompañamiento de las pesquerías de arrastre. El alimento para los camarones debe estar en óptimas condiciones; todo alimento contaminado con hongos (enmohecido) que se detecte en el depósito de la granja, debe ser retirado y destruido (Cuellar *et al.*, 2010).

### **2.4. MANEJO DE LA CALIDAD DEL AGUA**

Según Cuellar *et al.* (2010), dicen que la calidad del agua del estanque, es un punto crítico en el proceso de producción y debe ser controlada en los parámetros físicos, químicos y biológicos. Éstos deben ser adecuados y mantenidos dentro de rangos aceptables para el buen desarrollo del camarón. En caso contrario, la población de cultivo podría pasar a tener bajo crecimiento, proliferación de patógenos con brotes de enfermedad, eventuales mortalidades y baja calidad del producto final.

Es importante recordar que los estanques de cultivo de camarón son cuerpos de agua muy dinámicos en los cuales interactúan íntimamente factores físico-químicos como pH, salinidad, temperatura y oxígeno disuelto (OD). De igual manera participan nutrientes orgánicos e inorgánicos afectando a las poblaciones microbianas propias del estanque (Cuellar *et al.*, 2010).

Éstas son susceptibles a cambios dados entre estos factores pudiéndose afectar su número y composición. Algunas variables del ambiente acuático como el pH, la temperatura y la salinidad, poseen rangos ideales para ciertas especies de bacterias. Cambios en estos factores favorece la proliferación de determinadas especies, alterando el equilibrio con la consecuente dominancia de microorganismos patógenos (Cuellar *et al.*, 2010).

Definir las particularidades de cada estanque de la granja, en este caso el comportamiento de las condiciones del agua, conlleva a mejores resultados de producción, ya que en el proceso productivo se presentan particularidades que definen las acciones a llevar a cabo durante su manejo. Adicional a niveles inadecuados de parámetros físicos, químicos y biológicos en el estanque, existen contaminantes en el agua que podrían comprometer la producción de camarones (Cuellar *et al.*, 2010).

Éstos podrían incluir hidrocarburos, plaguicidas, desechos tóxicos industriales, aguas servidas de poblaciones cercanas y metales pesados, entre otros. La detección de éstos en las aguas utilizadas para cultivo de camarón, debe hacerse de manera oportuna en los casos que exista contaminación de cuerpos de agua, para evitar mortalidades en la población y/o pérdida en la calidad del producto final. Esto implica que los monitoreos se realicen no sólo en las unidades de producción (tanques o estanques), sino también en los canales reservorios, estaciones de bombeo y fuentes de suministro de agua (rías o estuarios) (Cuellar *et al.*, 2010).

Existen varias acciones que permiten mantener o mejorar la calidad del agua en un estanque, entre las que se incluyen el uso de cal (óxido, hidróxido y carbonato de Calcio), filtración, fertilización (y otros tratamientos químicos), uso de probióticos, prebióticos, melaza, manejo adecuado del alimento, aireación y recambio de agua (Cuellar *et al.*, 2010).

Una buena preparación de los fondos de los estanques entre cada ciclo de producción, es la primera medida tendiente a garantizar que el estanque mantenga una calidad de agua aceptable para el cultivo. Un estanque con una condición pobre de parámetros físico - químico y sanitario, compromete la

calidad del agua y la salud y desarrollo de los camarones; por consiguiente, no se pueden esperar buenos resultados de producción al término del ciclo de cultivo (Cuellar *et al.*, 2010).

#### **2.4.1. MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA**

Cuellar *et al.* (2010) declaran que el manejo de la calidad del agua es la base para una buena producción y para protección de la calidad ambiental. La granja debe contar con un plan para el monitoreo de los parámetros físicos, químicos y biológicos de los estanques, en el cual se definan los procedimientos a seguir con cada uno de ellos. Es técnicamente imposible pretender manejar la producción en una granja, sin contar con equipos apropiados para el monitoreo de los parámetros. Éstos incluyen por lo menos un disco Secchi, medidor de oxígeno disuelto (oxímetro), medidor de pH, termómetros, microscopio y medidor de salinidad (refractómetro).

De manera complementaria, es importante contar con un buen soporte técnico para garantizar el correcto funcionamiento de los mismos. El monitoreo de la calidad del agua debe involucrar:

- a) medición de los parámetros físico-químicos,
- b) elaborar y mantener cuidadosamente registros con los valores obtenidos,
- c) análisis e interpretación frecuente de los datos obtenidos y
- d) aplicación de las conclusiones en función de una mejora en las prácticas de cultivo.

Se deben establecer puntos específicos para la medición de los parámetros en cada estanque, con el fin de mantener condiciones similares en el tiempo y que no se afecten los datos obtenidos en los muestreos. Las muestras que van a ser sometidas a pruebas de laboratorio, deben ser manejadas adecuadamente hasta el momento de su análisis (Cuellar *et al.*, 2010).

El deterioro de la calidad del agua en los estanques, puede afectar severamente la salud de los camarones al punto de poner en riesgo la

población entera. De ahí la necesidad de implementar un sistema de monitoreo diario de los parámetros físicos y químicos de agua, que permita anticipar y corregir el desarrollo de condiciones adversas de calidad de agua, con el fin de restablecer las condiciones óptimas en el sistema de cultivo (Cuellar *et al.*, 2010).

La amplitud y complejidad de un programa de monitoreo dentro de la granja o fuera de ella, deberá ser determinado por los operadores o por la industria en su conjunto, tomando en consideración que el monitoreo casi siempre es restringido por limitaciones en los recursos, incluyendo la habilidad de manejar y procesar los datos colectados (Cuellar *et al.*, 2010).

## **2.5. RECAMBIO DE AGUA DE LOS ESTANQUES**

Señalan Cuellar *et al.* (2010) que es recomendable minimizar el recambio de agua sin afectar la producción de camarones y manteniendo niveles aceptables de los parámetros físico-químicos que se manejan durante el cultivo. Se debe hacer recambio de agua sólo cuando se verifique que va a ser beneficioso para la producción, pues podría suceder que las condiciones del agua de la toma sean inferiores a las de la granja.

Cuellar *et al.* (2010) recomiendan hacer sólo recambios de agua cuando las variables fisicoquímicas las aguas de los estanques se encuentren por debajo de los niveles mínimos aceptables. La reducción en el volumen del recambio de agua en un estanque, ayudará a reducir costos en combustible, mantenimiento de los equipos de bombeo y cantidad de nutrientes en los efluentes.

A parte de reducir las cargas en los efluentes, esta práctica es ventajosa en tanto que reduce las entradas desde un ecosistema externo, ayuda a bajar el riesgo de entrada de depredadores, la diseminación de enfermedades desde otras granjas o del camarón silvestre y la pérdida de productividad natural en el interior del ecosistema de la granja. Debe ser evitado el uso innecesario del agua dulce como alternativa para bajar la salinidad en los estanques, pues se ha convertido en un recurso escaso para uso doméstico en muchas partes del mundo (Cuellar *et al.*, 2010).

Durante el verano, se debe reponer el agua perdida por evaporación, para evitar que suba demasiado la salinidad y que descienda drásticamente el nivel de operación de los estanques. En casos extremos en los que se presente alta salinidad, será necesario hacer recambio del agua de fondo, disminuyendo los niveles del estanque y recuperándolos nuevamente con agua nueva del reservorio. Esto, siempre y cuando las condiciones de salinidad de los estuarios sean menores. Si algún estanque de la granja presenta problemas de enfermedades, éste deberá ser manejado con cero recambios agregando agua sólo para reponer niveles perdidos por evaporación (Cuellar *et al.*, 2010).

## **2.6. PROBIÓTICO**

En la actualidad para definir un probiótico, se utiliza la definición emitida por la FAO y la OMS, “probiótico son organismos vivos que al ser administrados en cantidades adecuadas proporcionan o generan efectos benéficos a la salud del huésped”. Es importante señalar que estos organismos no deben ser patógenos ni deben producir efectos colaterales adversos (Reyes y Rodríguez, 2010).

Un probiótico debe contener organismos no patógenos; ser un habitante normal del intestino; ser seguros y resistentes a los procedimientos culinarios, a la acidez estomacal y a la alcalinidad duodenal, así como a la bilis; además deben tener baja permeabilidad intestinal; tener tiempo corto de reproducción, ser capaces de colonizar el intestino o permanecer en él por un tiempo; adherirse a la mucosa intestinal para evitar ser “barridos” por el tránsito intestinal y producir compuestos antimicrobianos. Además deben ser capaces de ser tolerados por el sistema inmune intestinal e interactuar con él, y participar en el metabolismo local (Reyes y Rodríguez, 2010).

El término probiótico ha sufrido modificaciones en su significado a lo largo de los años. De esta manera en 1968, se definió como un suplemento microbiano que se suministra a animales y humanos. En 1989 lo redefinieron como un microorganismo vivo que se administra al hospedero suplementado en el alimento para beneficiar el balance microbiano intestinal (Reyes y Rodríguez, 2010).

Posteriormente, el término fue usado para referirse a un adyuvante dietario microbiano administrado de tal manera que se mantenga vivo dentro del tracto gastrointestinal, y que va beneficiar 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 (Reyes y Rodríguez, 2010).

La aplicación de probióticos como control biológico es una alternativa viable dada la habilidad que poseen las cepas seleccionadas para impedir el crecimiento de bacterias oportunistas e influir en general en el establecimiento de la comunidad microbiana tanto en los individuos como en el agua de cultivo (Reyes y Rodríguez, 2010).

Aunque la evaluación de probióticos en acuicultura se ha abordado en diferentes artículos científicos y también están disponibles en el mercado productos comerciales, el concepto de “probiótico” y su eficacia sigue siendo poco conocido y controvertido; existen dudas sobre la eficiencia y seguridad de los organismos probióticos que pueden tener origen en una multiplicidad de factores tales como el uso de aislados con poca actividad, en que los productos comerciales han generado expectativas poco realistas por parte de los consumidores (Reyes y Rodríguez, 2010).

Además porque relativamente pocos estudios han abordado los mecanismos de acción de las cepas probióticas seleccionadas utilizando condiciones estandarizadas. Por lo cual, es urgente para el sector cultivador de camarón que se realicen estudios científicos reproducibles y exactos a escala piloto y comercial para lograr la aplicación de un protocolo que garantice una mejora significativa en los niveles productivos, teniendo aspectos clave como la fase del ciclo productivo, el tiempo, dosis y vía de administración, entre otros factores (Reyes y Rodríguez, 2010).

De igual manera, los procesos de selección, crecimiento y escalamiento en la producción de los microorganismos probióticos seleccionados debe realizarse con alta rigurosidad de tal manera que cumplan los estándares de calidad, ya

que podría alterarse la composición de las mezclas bacterianas originales, con resultados impredecibles (Fuller, 1989).

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. Pueden generar efectos benéficos como la disminución en la conversión alimenticia, incremento en la resistencia a enfermedades y mejoramiento de la calidad del agua.

Verschuere *et al.* (2000), definen a los probióticos: “Como un complemento microbiano vivo que tiene un efecto beneficioso sobre el hospedador modificando la comunidad microbiana relacionada con él mismo o con el ambiente, asegurando un uso mejorado del alimento o aumentando su valor nutricional, favoreciendo la respuesta del hospedador frente a las enfermedades o mejorando la calidad del ambiente”.

Merrifield *et al.* (2010), definen a los probióticos: “Como una célula microbiana viva, muerta o componente celular que, al ser administrado vía alimentación o en el agua de cultivo, beneficia al huésped, mejorando bien la resistencia frente a las enfermedades, bien el estado de salud, el crecimiento, la utilización de la dieta alimenticia, la respuesta al estrés o el vigor en general, obteniéndose al menos en parte, una mejora en el balance microbiano del huésped o del medio que le rodea”.

Ngo *et al.* (2010), luego de una revisión de la literatura existente en relación al uso de probióticos en acuicultura de camarón indican que: “El desarrollo de la acuicultura de camarón ha sido asociado con el incremento de enfermedades infecciosas y la degradación ambiental. Una alternativa efectiva al uso de químicos y antibióticos es la administración de probióticos para prevenir estos problemas. Tres géneros de bacterias, *Bacillus*, *Vibrio* y *Pseudomonas*, son administrados comúnmente como probióticos en acuicultura de camarón. Los probióticos son bacterias específicas que necesitan ser probadas para su efectividad en laboratorio y en campo”.

Consideran Guzmán *et al.* (2012) que la palabra "probiótico" deriva etimológicamente del griego "por la vida". Probióticos por definición son "microorganismos vivos que, al administrarse en cantidades adecuadas, confieren un beneficio a la salud del huésped, mediante la formación de un componente mayor de la microflora intestinal, mejorando las propiedades de la microflora nativa. Las especies probióticas más conocidas son los *Lactobacillus*, *Bifidobacterias*, *Saccharomyces boulardii*, y *Streptococcus thermophilus*.

Existen las llamadas bacterias productoras de ácido láctico (BAL), una clase funcional de bacterias fermentadoras no patógenas, no toxigénicas, Gram positivas, caracterizadas por producir ácido láctico a partir de carbohidratos, lo que las hace útiles para la fermentación de alimentos (Guzmán *et al.*, 2012).

Guzmán *et al.* (2012), considera que en este grupo se incluyen las especies de *Lactobacillus*, *Lactococcus*, y *Streptococcus thermophilus*. Dado que el género *Bifidobacterium* no produce la fermentación de alimentos y es taxonómicamente diferente de las otras BAL, habitualmente no se lo agrupa entre éstas. Muchos probióticos también son BAL, pero algunos probióticos (tales como ciertas cepas de *E. coli*, formadoras de esporas y levaduras usadas como probióticos) no lo son.

### **2.6.1. MECANISMO DE ACCIÓN DE LOS PROBIÓTICOS**

Balcázar (2006) citado por Vera (2014), definen que los probióticos presentan mecanismos de acción diversos, ya sea, modificando la comunidad microbiana asociada al mismo o a su ambiente, garantizando una mejora en el uso del alimento o un aumento en el valor nutricional del mismo, además de incrementar la respuesta inmune del hospedero a las enfermedades.

Kailasaphaty y Chin (2000) citado por Vera (2014), describen las características que deben presentar los microorganismos para ser considerarlos probióticos, estas son:

Ser habitantes normales del tracto gastrointestinal.



No ser patógeno, ni tóxico.

Tener un tiempo corto de reproducción.

Ser estables al contacto con bilis, ácido, enzimas y oxígeno.

Tener habilidad para adherirse a la mucosa intestinal.

Mostrar potencial de colonización en el tracto gastrointestinal.

Producir sustancias antimicrobianas.

Según Villamil y Martínez (2009), las publicaciones científicas existentes en el tema han facilitado el entendimiento de los modos de acción de los probióticos en el hospedero, entre ellos 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*. Se han postulado diversos mecanismos de acción mediante los cuales los probióticos actúan para mejorar la salud gastrointestinal de especies acuícolas.

**Producción de compuestos inhibitorios** mediante la producción de sustancias bactericidas y la alteración del pH por producción de ácidos orgánicos.

**Competencia por sitios de adhesión** mediante la exclusión competitiva de los probióticos versus microorganismos patógenos.

**Competencia por fuentes de energía** planteándose la hipótesis sobre la competencia por hierro entre ciertos probióticos y patógenos.

**Mejoramiento de la respuesta inmune** se sugiere que ciertos compuestos bacterianos tienen efectos inmunoestimulantes en peces y camarones. No se puede establecer claramente si la administración de probióticos puede tener efectos benéficos a este nivel no obstante no podemos descartar del todo este posible mecanismo de acción.

### 2.6.2. USO DE PROBIÓTICOS EN LA ACUACULTURA

De acuerdo a Villamil y Martínez (2009), la mayoría de los microorganismos probióticos propuestos para acuicultura pertenecen a las bacterias ácido-lácticas (LAB), de los cuales los géneros más utilizados son *Lactobacillus* y *Lactococcus*. Estos son considerados 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.

El uso de probióticos como LAB está relativamente bien establecido en otras especies animales, de ellos se destaca el aumento de tamaño y peso, el establecimiento de un equilibrio microbiano intestinal, así como la mejora de algunas respuestas inmunes.

El uso de probióticos en la acuicultura es todavía muy joven, porque se requiere aun mucha investigación, con el propósito que se desarrollen más mecanismos de acción para mayor rendimiento en la producción de especies acuícolas, en especial de camarón blanco *L. vannamei*, que es la especie más rentable en el Ecuador (Vera, 2014).

### 2.6.3. VENTAJAS AL USO DE PROBIÓTICOS

Señala Vera (2014), que son muchas las ventajas que se obtienen al aplicar un probiótico, entre éstas tenemos: crecimiento rápido, control de patógenos, mejoran la salud, mayor supervivencia, estimula el sistema inmune, mejora la calidad del agua.

Vera (2014), considera que las ventajas del uso del probiótico son las que a continuación se detallan:

**Reducen sólidos del fondo:** Debido a que contienen grupos de bacterias agresivas en digestión y enzimas especializadas que logran acelerar la eliminación de los desechos de la especie en cultivo, residuos de plancton y alimento no consumido.

**Mejoran la calidad del agua:** Mediante la digestión de la materia orgánica residual en suspensión en la columna de agua y los compuestos nitrogenados tóxicos, sobre compitiendo por alimento a las bacterias que producen sulfuro de hidrógeno (gas sulfhídrico), y digiriendo otros contaminantes perjudiciales.

**Disminuyen la presencia de *Vibrio sp*:** Los Probióticos son Microorganismos Especializados (ME) más agresivos que los vibrios y otras especies potencialmente patógenas en la utilización de los desechos orgánicos como fuente de alimento, por ende el *Vibrio* literalmente sufre de hambre y es reducido en concentración.

**Disminuyen la tasa de Mortalidad:** Al disminuir el impacto del estrés ambiental en el animal, éste usa su energía directamente en crecimiento y no la desperdicia combatiendo enfermedades incrementando la tasa de supervivencia.

**Costo-Beneficio:** Los resultados de producción con el tratamiento de Probióticos se reflejan en el aumento de la supervivencia, mejor crecimiento y mejor peso de cosecha; generando mayor rentabilidad por ciclo de cultivo Además que:

Permite aumentar las densidades de siembra manteniendo la población hasta la cosecha.

Reduce los tiempos de secado al mantener las condiciones óptimas del suelo al final de cada ciclo de cultivo, pudiendo sembrar inmediatamente los estanques.

Disminuye los costos operativos al eliminar el uso de tratamientos químicos y físicos.

## **2.7. PROBIÓTICOS DE *Lactobacillus plantarum***

Consideran Magonova *et al.* (2007) que los *Lactobacillus plantarum* es una bacteria Gram positiva, no esporulada, aerotolerante que puede crecer desde 15°C hasta 37°C y produce ambos isómeros del ácido láctico tanto el D como

L. *Lactobacillus plantarum* es la bacteria más común usada en los procesos de inoculación para la producción de alimentos.

Durante condiciones anaerobias estos organismos dominan rápidamente la población microbiana y transcurrido 48 horas empiezan a producir ácidos tanto lácticos como acéticos por la ruta de *Embden-Meyerhof*, disminuyendo su competencia. Bajo estas condiciones *Lactobacillus plantarum* produce altos niveles de proteínas heterólogas que han presentado una alta competitividad. La actividad que tiene *Lactobacillus plantarum* para producir sustancias antimicrobianas le ayuda a sobrevivir en el tracto gastrointestinal. Estas sustancias antimicrobianas han mostrado un efecto bastante significativo sobre bacterias gram positivas y gram negativas (Magonova *et al.*, 2007).

### 2.7.1. CLASIFICACIÓN CIENTÍFICA DE *Lactobacillus plantarum*

Cuadro 2.2 Clasificación científica de *Lactobacillus plantarum*.

REINO	BACTERIA
DIVISIÓN	FIRMICUTES
CLASE	BACILLI
ORDEN	LACTOBACILLALES
FAMILIA	LACTOBACILLACEAE
GÉNERO	LACTOBACILLUS
ESPECIE	L. PLANTARUM

Fuente: Magonova *et al.*, (2007)

### 2.8. USO DE PROBIÓTICOS EN CAMARÓN Y OTROS CULTIVOS

Menciona Holzappel (1998) citado por Villamil y Martínez (2009) que la mayoría de los microorganismos probióticos propuestos para acuicultura pertenecen a las bacterias ácido-lácticas (LAB), de los cuales los géneros más utilizados son *Lactobacillus* y *Lactococcus*. Estos son considerados como GRAS ("Generally recognized as safe"), 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.

De la misma manera, se demostró que *Lactococcus lactis ssp.lactis* y *Leuconostoc mesenteroides* aislados de salmónidos, eran capaces de persistir en el intestino de la trucha arco iris (*Salmo trutta*) y aumentar significativamente la actividad de la lisozima después de la suplementación de alimentos con

probióticos. En general, el uso de probióticos en el cultivo de camarón ha tenido buenas perspectivas; diversas publicaciones científicas han demostrado efectos positivos de la aplicación de probióticos (Holzapfel, 1998) citado por (Villamil y Martínez, 2009).

Sin embargo, los resultados obtenidos en algunas granjas pueden ser variables debido a diferentes factores, que pueden afectar el resultado de las operaciones a largo plazo, como la calidad del probiótico, el modo de administración, la talla y las especies de camarón (Balcázar *et al.*, 2007).

## **2.9. MEJORAMIENTO DE CALIDAD DEL AGUA POR EL USO DE PROBIÓTICO LACTOBACILOS**

Villamil y Martínez (2009), consideran las opiniones de los siguientes autores que a continuación se mencionan los cuales han propuesto que las bacterias del género *Bacillus* seleccionadas como probióticos pueden convertir la materia orgánica en CO<sub>2</sub>, en contraste con las bacterias Gram-negativas que se caracterizan por convertir materia orgánica en biomasa bacteriana o limo (Dalmin *et al.*, 2001).

Laloo *et al.* (2007) comprobaron la capacidad de tres aislados del género *Bacillus* para disminuir las concentraciones de nitritos, nitratos y amonios en el agua de cultivo de peces ornamentales.

Este mismo fenómeno también fue observado por Kim *et al.* (2005) en *B. subtilis*, *B. cereus* y *B. licheniformis*, quienes atribuyen estos efectos a mecanismos tales como bioacumulación, bioasimilación y nitrificación.

Aunque la eliminación de nitrógeno es una propiedad predominante en bacterias autótrofas, se han producido varios informes que sugieren una contribución de las bacterias heterótrofas en este sentido (Abou-Seada y Ottow, 1985; Robertson y Kuenen, 1990; Sakai *et al.*, 1996, 1997; Kim *et al.*, 2005; Lin *et al.*, 2006).

De manera controversial, hay publicados varios estudios en camarón y bagre que no pudieron confirmar éstas hipótesis. Adicionalmente, la interacción entre bacterias probióticas y microalgas en los tanques de cultivo en general produce

efectos positivos, ya que estabiliza los factores nutricionales del alimento vivo pudiendo contribuir al establecimiento de la microflora intestinal beneficiosa de los hospederos (Queiroz y Boyd, 1998; Rengpipat *et al.*, 1998).

## **2.10. MEJOR DESCOMPOSICIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA CON EL USO DEL PROBIÓTICO**

Señala Paik (2001) citado por López *et al.* (2013), que una de las líneas que actualmente está tomado auge, es aquella relacionada con las cepas que actúan en el medio ambiente de producción, ya sea en la columna de agua o bien en el fondo de los tanques. Las cepas que están involucradas en esta función, son todas aquellas que son capaces acelerar los ciclos bioquímicos y disminuir los niveles de amonio, nitritos y nitratos generados por la descomposición de las heces. Los probióticos pueden encontrarse en el mercado como productos desarrollados a partir de una sola especie o una combinación de especies microbianas.

Paik (2001) citado por López *et al.* (2013), consideran que estos productos han sido utilizados en las últimas décadas por los productores pecuarios y acuícolas generando resultados interesantes que les han permitido ser considerados como una alternativa para productores con sistemas integrales de producción. Estos tienen la finalidad de mejorar el crecimiento de los organismos bajo cultivo y reducir la resistencia de las bacterias que favorecen las enfermedades; ofreciendo ventajas que superen las limitaciones y los efectos secundarios de los antibióticos y otras drogas.

Paik (2001) citado por López *et al.* (2013), dicen que además de mejorar la calidad nutrimental y promover la digestión de las dietas con la respectiva absorción de nutrientes, los probióticos también han sido recomendados por su participación en la descomposición de la materia orgánica, la reducción de nitrógeno y fosforo, así como para controlar los niveles de diversos productos de desechos que afectan al medio ambiente.

## **2.11. MEJORAMIENTO DE LA CONVERSIÓN EN CAMARONES USANDO PROBIÓTICO**

*P. vannamei* muy eficiente en la utilización de la productividad natural de los estanques, aún bajo condiciones de cultivo intensivo. Adicionalmente, los costos de alimentación son generalmente menores para *P. vannamei* que para *P. monodon*, que es más carnívoro, debido a sus menores requerimientos proteicos (entre 18 y 35 por ciento, comparado con un requerimiento de entre 36 y 42 por ciento), especialmente donde se emplean sistemas de floculación de bacterias. Los precios de los alimentos para *P. vannamei* varían de 0,6 USD/kg en Latinoamérica y Tailandia hasta 0,7–1,1 USD/kg en los demás países de Asia. Generalmente se alcanzan Factores de Conversión Alimenticia de 1,2 a 1,8:1 (FAO, s.f.).

## CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

### 3.1. UBICACIÓN

El presente trabajo de investigación se realizó en la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López”, Área Agropecuaria, Carrera de Pecuaria en el Laboratorio de Microbiología situada a 15 msnm, en el sitio El Limón, parroquia Calceta, cantón Bolívar, provincia de Manabí, a 00°49’23” de latitud sur 80°11’01” de longitud oeste<sup>1</sup>/.

### 3.2. CONDICIONES CLIMÁTICAS

Precipitación media anual:	838,7 mm
Temperatura media:	26 °C
Humedad relativa anual:	80,9%
Heliofanía anual:	1325,4 (horas/sol)
Evaporación anual:	1739,5 mm

Fuente: 1/Estación Meteorológica de la ESPAM MFL 2016.

### 3.3. DURACIÓN DEL TRABAJO

La investigación tuvo una duración de 3 meses 3 semanas iniciando desde el 18 de agosto hasta 1 de diciembre del 2015, se inició con la limpieza de los estanques, preparación del alimento para algas y la multiplicación de las mismas en el Laboratorio de Microbiología.

La aplicación del probiótico *Lactobacillus plantarum* fue realizada desde el estadio de Nauplio hasta adulto.

### 3.4. FACTOR (ES) EN ESTUDIO

Influencia del Probiótico *Lactobacillus plantarum*.

### 3.5. TRATAMIENTOS

**Grupo 1:** Estanque con camarones (*Litopenaeus Vannamei*) y Probiótico *Lactobacillus plantarum*).

**Grupo 2:** Estanque con camarones (*Litopenaeus Vannamei*) sin probiótico (Grupo Control).



### **3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL**

Se utilizó una investigación descriptiva y comparativa entre grupos homogéneos.

### **3.7. UNIDAD EXPERIMENTAL**

Estanques artificiales 7m de ancho x 30m de largo y 1,5 de alto con Camarón *Litopenaeus vannamei* en la ESPAM "MFL".

### **3.8. VARIABLES ESTUDIADAS**

#### **3.8.1. VARIABLE INDEPENDIENTE:**

Probiótico *Lactobacillus plantarum*.

#### **3.8.2. VARIABLES DEPENDIENTES:**

Ganancia de Peso quincenal (g)

Longitud final del camarón (cm)

Conversión alimenticia

Tasa de mortalidad (%)

Parámetros abióticos del agua (t) (OD) (PH)

Impacto ambiental. (Análisis Microbiológico Mediante Cultivo Caldo Verde Brillante)

Costo - beneficio de la aplicación del probiótico (\$)

### **3.9. PROCEDIMIENTO**

#### **3.9.1. DESINFECCIÓN DE LOS ESTANQUES**

La limpieza y desinfección se realizó con cloro y con jabón neutro con la finalidad de eliminar los residuos de cloro en las paredes para así proceder al llenado con agua de mar, la cual fue purificada mediante filtros especiales y tratada con cloro para eliminar microorganismos, además de la aplicación de tiosulfato de sodio como un inhibidor del cloro, permitiendo la eliminación de las partículas del mismo.

### **3.9.2. PREPARACIÓN DE LOS ESTANQUES**

Se añadió algas *Tetracelmi* (zooplancton) como principal alimento para los nauplios se colocó los plásticos para mantener la temperatura interna del estanque ya que esto ayuda a el correcto cambio de muda del camarón.

### **3.9.3. RECEPCIÓN DE LOS NAUPLIOS**

Al momento de la llegada de los 10000 nauplios se procedió a colocar en su respectivo estanque conformando dos grupos al cual a uno de ellos se le agrego el probiótico (*Lactobacillus plantarum*) desde el inicio de la producción.

### **3.9.4. TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES**

Para la investigación se emplearon 2 Tratamientos y son los siguientes:

**Grupo 1:** Estanques con camarones (*Litopenaeus Vannamei*) y Probiótico (*Lactobacillus plantarum*).

**Grupo 2:** Estanques con camarones (*Litopenaeus Vannamei*) sin probiótico (Grupo Control).

### **3.9.5. ASIGNACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS**

Se formaron dos tratamientos ubicados uno en cada estanque y consistía en que uno de estos grupos llevaba como adición el Probiótico (*Lactobacillus plantarum*) añadido directamente al agua.

### **3.9.6. MANEJO DE LAS UNIDADES OBSERVACIONALES**

El manejo de los grupos se los efectuó en iguales condiciones de alojamiento, nutricionales y sanitarias con la única diferencia de que en el grupo 1 se dosificó el probiótico mientras que al grupo 2 no se aplicó.

#### **3.9.6.1. RECAMBIO DE AGUA**

Solo se lo realizaba cuando el grado de turbiedad del agua era muy elevado. Se procedía a bajar el nivel del agua del estanque y así volver a subirlo cambiándolo por agua limpia libre de microorganismos patógenos.

### 3.9.6.2. ALIMENTACIÓN DE LOS CAMARONES

La alimentación se la realizó el primer día a base de fitoplancton en las primeras 6 horas de ahí se inició con el suministro de alimento comercial Artemac de 20-80  $\mu$  el cual se ve detallado en el siguiente cuadro:

**Tabla 3.2.** Alimentación de los camarones en los diferentes estadios de vida.

Alimentación de los Camarones por semana.						
Fecha	Hora	Estadio	Número de Repeticiones	Cantidad suministrada (g)	Consumo Total/ semana	Micraje de Alimento.
18/08/2015	cada 6 horas	Nauplio	2	0,5 g	1	20-80 $\mu$
19/23/08/2015	cada 6 horas	Zoea1-Zoea3	20	0,8 g	16	20-80 $\mu$
24/26/08/2015	cada 6 horas	Mysis1- Mysis3	12	1 g	12	20-80 $\mu$
27/28/08/2015	cada 6 horas	Postlar1- Postlar4	8	1,4 g	11,2	100-150 $\mu$
29/30/08/2015	cada 6 horas	Postlar5- Postlar7	8	2,0 g	16	100-150 $\mu$
31/02/09 2015	cada 6 horas	Postlar8- Postlar10	12	2,5 g	30	250-420 $\mu$
03/06/09/2015	cada 6 horas	Postlar11- Postlar12	12	5,5g	66	250-420 $\mu$
07/10/09/2015	cada 6 horas	Postlar13- Postlar16	12	9,0 g	108	250-420 $\mu$
11/16/09/2015	cada 6 horas	Postlar17- Postlar 22	24	18,0 g	432	800-1200 $\mu$
17/22/09/2015	cada 6 horas	Postlar23- Postlar28	20	24,0 g	480	800-1200 $\mu$
23/27/09/2015	cada 6 horas	Postlar30- Juvenil	20	30,0 g	600	B.Crecimient o.
28/02/10/2015	cada 6 horas	Juvenil	20	30,0 g	600	B.Crecimient o.
03/07/10/2015	cada 6 horas	Juvenil	20	40,0 g	800	B.Crecimient o.
08/11/10/2015	cada 6 horas	Juvenil	16	50,0 g	800	B.Crecimient o.
12/14/10/2015	cada 6 horas	Juvenil	12	60,0 g	720	B.Crecimient o.
15/19/10/2015	cada 6 horas	Juvenil	20	70,0 g	1.400	B.Crecimient o.
20/25/10/2015	cada 6 horas	Juvenil	20	80,0 g	1.600	B.Crecimient o.
26/31/10/2015	cada 6 horas	Adulto	24	100,0 g	2.400	B.Engorde
01/07/11/2015	cada 6 horas	Adulto	28	120,0 g	3.360	B.Engorde
08/14/11/2015	cada 6 horas	Adulto	28	130,0 g	3.640	B.Engorde
15/18/11/2015	cada 6 horas	Adulto	12	130,0 g	1.560	B.Engorde
					<b>18.652,2</b>	<b>TOTAL</b>

Fuente: NAVARRETE, J (2015)

### 3.9.6.3. DOSIFICACIÓN DEL PROBIÓTICO (*Lactobacillus plantarum*)

La dosificación del probiótico se la realizó desde el primer día del cultivo del camarón con una dosis inicial de 10 mL disueltos en 1000 mL de agua

destilada y se mantuvo esta dosis por los 45 días siguientes, luego se fue elevando de 10 mL en 10 mL cada 15 días hasta llegar a una dosis de 50 mL la cual se mantuvo hasta el día 105.

**Cuadro 3.3.** Dosificación del Probiótico (*Lactobacillus plantarum*) al tratamiento grupo 1

<b>Dosificación del Probiótico al Grupo 1 (<i>Lactobacillus</i>)</b>			
<b>Descriptores</b>	<b>Grupo 1 (<i>Lactobacillus</i>)</b>		
	<b>Días</b>	<b>Dosis mL/Día</b>	<b>Dosis mL Total/Días</b>
<b>Valores</b>	15	10	150
	30	10	150
	45	10	150
	60	20	300
	75	30	450
	90	40	600
	105	50	700
	<b>Total de mL del Probiótico</b>		

**Fuente:** NAVARRETE, J (2015)

#### **3.9.6.4. MEDICIÓN DE LOS PARÁMETROS ABIÓTICOS**

La obtención de los parámetros abióticos se la obtuvo mediante la medición de la temperatura, oxígeno disuelto y el pH con la ayuda de un equipo marca YSI modelo 550A esta se la realizó cada 6 horas durante los 105 días para así obtener las medias de cada parámetro.

#### **3.9.6.5. PRUEBA MICROBIOLÓGICA PARA EVALUAR EL IMPACTO AMBIENTAL**

Se procedió a recolectar muestra de agua de los dos estanques y así proceder a sembrar en 5 tubos de medio de cultivo caldo verde brillante el cual fue colocado en una estufa a 30 °C para observar el crecimiento a las 24 horas, una vez habiendo resultados negativos y positivos se realizó una prueba confirmativa en cultivo sólido agar (EMB) Eosina para confirmar la presencia de coliformes totales o fecales.

#### **3.9.6.6. RELACIÓN COSTO - BENEFICIO**

Esta relación costo – beneficio se la realizó al final de la investigación en la cual se tomó el total de ingresos netos para el total de egresos netos para ver si es viable económicamente.

### 3.9.7. OBTENCIÓN DE LAS VARIABLES

#### 3.9.7.1. GANANCIA DE PESO QUINCENAL

Se midió el promedio de ganancia de peso que los camarones tuvieron por cada 15 días de vida. Se obtiene este valor del peso final (PF) menos el peso inicial (PI).

Se realizó de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{Ganancia de peso quincenal} = \text{Peso final} - \text{Peso inicial} \quad [3.1]$$

#### 3.9.7.2. PESO INICIAL DEL CAMARÓN

Se pesó una muestra de 15 camarones por separado uno a uno en seco mediante la utilización de una balanza digital a los 15 días de la crianza, para relacionarlo con el indicador ganancia de peso final.

#### 3.9.7.3. LONGITUD FINAL DE LOS CAMARONES

Se midió los camarones cada 15 días para establecer el crecimiento que obtuvieron durante la producción.

Se realizó de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{Longitud quincenal} = \text{Longitud final} - \text{Longitud inicial} \quad [3.2]$$

#### 3.9.7.4. LONGITUD INICIAL DEL CAMARÓN

Se midió una muestra de 15 camarones por separado uno a uno en seco mediante la utilización de una regla graduada a los 15 días de la crianza, para relacionarlo con el indicador de longitud final.

#### 3.9.7.5. CONVERSIÓN ALIMENTICIA

Se evaluó al final de la investigación para establecer la relación entre los kilos de alimento consumido y los kilos de carne producida por los animales mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Conversión alimenticia} = \frac{\text{kg alimento consumido}}{\text{kg carne producida}} \quad [3.3]$$

### 3.9.7.6. MORTALIDAD

Se evaluó al final del experimento para establecer un porcentaje final. Conteo aproximado de camarones muertos en el transcurso de la producción utilizando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ mortalidad} = \frac{\text{Animales Muertos}}{\text{Animales Vivos}} \times 100 \quad [3.4]$$

### 3.9.7.7. PARÁMETROS ABIÓTICOS DEL AGUA (t) (OD) (PH)

Se obtuvo la media de los valores obtenidos del muestreo realizado todos los días cada 6 horas de los parámetros como son temperatura, oxígeno disuelto y pH para su respectiva comparación y discusión.

### 3.9.7.8. IMPACTO AMBIENTAL

Este se lo realizó mediante un análisis microbiológico con un medio de Cultivo Líquido Caldo Verde Brillante para determinar la presencia de bacterias patógenas.

### 3.9.7.9. BENEFICIO – COSTO

Se calculó de la siguiente manera al final de la investigación:

$$BC = \frac{\text{Total de Ingresos}}{\text{Total de Egresos}} \quad [3.5]$$

## 3.10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Las observaciones fueron analizadas a través de la estadística descriptiva. La comparación de grupos se determinó por medio de la prueba de T de Student con muestras pareadas, en un software estadístico (Statistix versión 8, 2010).

## **CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1. VARIABLES DEL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO**

En el Cuadro 4.1. se observa la estadística descriptiva de las variables de comportamiento productivo estudiadas en los distintos períodos de tiempo del crecimiento del cultivo de camarón. Estas presentan un incremento proporcional a medida que el camarón avanzó en su desarrollo fisiológico, es así como a los 105 días se obtuvieron como promedios: 9,4 (g); 9,61 (g); 10,11(cm) para el peso, consumo de alimento y longitud respectivamente.

Se destaca en los interperíodos de inicio y final de la investigación mayores diferencias, lo que permite inferir en las exigencias nutricionales por parte de los nauplios en esta primera fase, al igual que cuando alcanzaron el desarrollo juvenil a los 105 días, tal como se precisa con la diferencia de longitud existente entre los 90 y 105 días la cual fue de 3,49 cm representando un 17,42% de incremento.

**Cuadro 4.1.** Estadística descriptiva general de las variables de comportamiento productivo durante distintos períodos de tiempo.

Descriptores	Período de tiempo																				
	15 Días			30 Días			45 Días			60 Días			75 Días			90 Días			105 Días		
	P <sup>1</sup>	C <sup>2</sup>	L <sup>3</sup>	P	C	L	P	C	L	P	C	L	P	C	L	P	C	L	P	C	L
N	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62
Promedio	0,55	0,55	3,9	1,79	1,85	6,13	2,36	2,44	7,42	3,39	3,49	8,09	4,69	4,88	8,49	6,42	6,52	8,62	9,4	9,61	10,11
Desviación Estándar	0,47	0,46	0,77	0,15	0,14	0,4	0,15	0,15	0,48	0,21	0,19	0,52	0,25	0,23	0,49	0,59	1,02	0,55	0,55	0,7	0,35
Error Estándar	0,06	0,06	0,09	0,02	0,02	0,05	0,02	0,02	0,06	0,03	0,03	0,06	0,03	0,03	0,06	0,07	0,12	0,07	0,07	0,09	0,04
Valor Mínimo	0,08	0,09	3	1,6	1,71	5,7	2,1	2,29	6,8	3	3,3	7,5	4,4	4,65	8	5,8	0	8	8,7	8,92	9,6
Valor Máximo	1,02	1,01	5,1	2,2	1,99	6,6	2,6	2,59	8	3,7	3,69	8,7	5	5,12	9	7,9	7,2	9,5	10	10,31	10,6

1 Peso de camarones; 2 Consumo de Alimento; 3 Longitud de los camarones



A continuación se observa el promedio y error estándar de las variables del comportamiento productivo estudiadas en los distintos grupos del crecimiento del cultivo de camarón (cuadro 4.1.1.), donde el grupo al cual se le suministró probiótico presentó los mayores valores para peso y longitud (4,42 g y 8,04 cm respectivamente) con respecto al control ( $P < 0,05$ )

**Cuadro 4.1.1.** Promedio y error estándar de las variables productivas de los grupos bajo estudio.

Grupo	Variables			
	Peso		Longitud	
	Promedio	Error estándar	Promedio	Error estándar
1 ( <i>Lactobacillus</i> )	4,42 <sup>a</sup> ±	0,20	8,04 <sup>a</sup> ±	0,12
2 (Control)	3,76 <sup>b</sup> ±	0,19	7,04 <sup>b</sup> ±	0,13

<sup>a,b</sup>. Letras distintas en la columna difieren estadísticamente a  $P < (0,05)$  de acuerdo a prueba de T

La literatura reporta variabilidad en cuanto a resultados en el uso de probiótico en el cultivo de camarón; es así como Kongnum y Hongpattarakere (2012) menciona que el alimento suplementado con probióticos resultó con un peso final inferior al alimento sin probiótico durante todo el ciclo vital del camarón, estos hallazgos son disimiles a los encontrados en la presente investigación, posiblemente a que esta se realizó durante las primeras 15 semanas de vida del camarón con el suministro del probiótico directamente en el agua. Mientras que Vera (2014) evidencia que los pesos para el grupo al cual se le suministro probiótico resulto mayor que el control utilizado en 125 días, siendo estos 16,65 g contra 12,98 g, lo que representa una superioridad del 22%.

Arzola *et al* (2002) presentan como resultado una longitud final al ciclo de crecimiento un promedio general de 13,1 cm en un período de 131 días a diferencia en el presente proyecto en el cual se observan promedios para este parámetro 8,04 y 7,04 cm respectivamente para el grupo 1 (*Lactobacillus*) y el grupo 2 (Control). La superioridad que se reporta en la revisión bibliográfica se debe probablemente a que hay un mayor tiempo de cultivo con inicios en el estadio de postlarva hasta el final del período de crecimiento de los camarones.

## 4.2. GANANCIA DE PESO

Se observa en el cuadro 4.2. la estadística descriptiva de la variable ganancia de peso en los grupos bajo estudio, obteniendo el mayor promedio el grupo 1, que recibió suministro de probiótico *Lactobacillus* alcanzando un valor de 1,41(g) con una diferencia de 0,04 g superior al control, lo que representa una superioridad del 2,84%.

Cuadro

4.2.

Descriptores	GRUPO	
	1 ( <i>Lactobacillus</i> )	2 (Control)
<b>N</b>	217	217
<b>Promedio</b>	1,41	1,37
<b>Desviación Estándar</b>	0,76	0,74
<b>Error Estándar</b>	0,05	0,05
<b>Valor Mínimo</b>	0,2	0,2
<b>Valor Máximo</b>	3,1	3,2

Estadística descriptiva de la variable ganancia de peso en los grupos bajo estudio.

El promedio de incremento semanal de los pesos de los camarones expresado en gramos según Vera (2014) para los grupos tratamientos a los cuales se les suministro el probiótico comercial (Perfostim) más vitamina y antioxidantes fue de 0,93 g, mientras que para los grupos control fue de 0,73 g, con una diferencia en porcentaje del 21,5%. Esta evidencia corrobora los resultados obtenidos en la presente investigación, donde se obtuvo una mayor ganancia de peso para los camarones que se les suministro probiótico, lo que permite inferir el uso como alternativa en la alimentación en el estadio postlarva.

## 4.3. FACTOR CONVERSIÓN DE ALIMENTO

Seguidamente se observa la relación del Factor de Conversión Alimenticia (FCA) entre los grupos 1 y 2 obteniendo valores relativos para el grupo 1 (*Lactobacillus*) 0,95 y el grupo2 (control) 1,33 todo esto en el cuadro 4.3.

**Cuadro 4.3.** Factor de Conversión de alimento obtenida en los distintos grupos estudiados.

FACTOR CONVERSION ALIMENTICIA (kg de alimento/kg de carne)			
Grupo	Consumo de alimento estimado	Peso final de los organismos	FCA
1( <i>Lactobacillus</i> )	18,90	19,89	0,95
2 (Control)	15,00	11,28	1,33

El factor de conversión alimenticia reportado por Vera (2014) durante el ciclo de cultivo de los estanques fue para los controles un valor promedio de 0,75 respectivamente, mientras que para los tratamientos con probiótico (Perfostim) 0,78 respectivamente. Sin embargo, la relación del factor de conversión alimenticia en la presente investigación evidencia valores para el grupo 1 (*Lactobacillus*) 0,95 y para el grupo 2 (control) un valor mayor de 1,33. En la revisión bibliográfica se observa mejor relación de conversión alimenticia ya que se usó un probiótico comercial (Perfostim) ya estrictamente probado a más de vitamina y antioxidantes.

#### 4.4. MORTALIDAD

El cuadro 4.4. se presenta la tasa de mortalidad, la cual resultó mayor para los camarones que estuvieron bajo control (grupo 2) con una mayor mortalidad (40 %) siendo 30% mayor con respecto a los que se les suministró *Lactobacillus plantarum* (grupo1) los cuales presentaron 10%.

**Cuadro 4.4.** Estadística descriptiva de la variable tasa de mortalidad en los grupos bajo estudio.

Animales Vivos		Animales Muertos		% Tasa de Mortalidad	
Grupo 1 ( <i>Lactobacillus plantarum</i> )	Grupo 2 (Control)	Grupo 1 ( <i>Lactobacillus plantarum</i> )	Grupo 2 (Control)	Grupo 1 ( <i>Lactobacillus plantarum</i> )	Grupo 2 (Control)
4500	3000	500	2000	10%	40%

Díaz y Montes (2012) evaluando la supervivencia obtuvieron un mejor porcentaje para los animales bajo probiótico con respecto al control, siendo estos de 42% y 32% respectivamente, lo que representa una tasa de mortalidad del 58% y 68% para el Grupo 1 (Probiótico) y Grupo 2 (Control). Estos porcentajes de mortalidad son superiores a los encontrados en la

presente investigación obteniendo valores de 10% y 40% respectivamente para el grupo 1 (*Lactobacillus*) y grupo 2 (Control).

#### 4.5. PARÁMETROS ABIÓTICOS EN EL CULTIVO DE CAMARÓN (*Litopenaeus vannamei*)

Los parámetros abióticos en el cultivo de camarón con los respectivos promedios (cuadro 4.5.), están dentro de los rangos permisibles tanto para el grupo 1 (*Lactobacillus*) como para el grupo 2 (Control). Se observa que en el parámetro de oxígeno no hubo variaciones críticas las cuales pudieran llegar a ser fatales para el cultivo de camarón, estos oscilan entre 5,22 mg/lit (control) y 5,73 mg/lit (*Lactobacillus*), los cuales se encuentran dentro de los valores estándares > 4,5 mg/lit, siendo esto lo señalado como permitido por la literatura.

**Cuadro 4.5.** Promedios de los parámetros del agua del cultivo de camarón (*Litopenaeus vannamei*).

Grupos	Parámetros		
	Temperatura (°C)	Oxígeno (mg/lit)	pH
<i>Lactobacillus</i> (Grupo 1)	29,9	5,73	7,3
Control (Grupo 2)	29,2	5,22	6,5

La temperatura es uno de los parámetros físicos más importante que debe mantenerse en el medio acuático donde se desarrolla el camarón marino (Catelló, 1993).

De acuerdo a Vera (2014) las temperaturas promedios obtenidas fueron para el grupo control de 27,4 °C ± 0,54, mientras que para tratamiento (Perfostim) fue de 27,05 °C ± 0,53. Así mismo Brock y Main (1999) sostienen que los intervalos óptimos de temperatura oscilan de 23-30 °C. Sin embargo, la FAO (2004) hace énfasis que la temperatura óptima para larvicultura debe ser mantenida de 23-32 °C. En la presente investigación el promedio de la temperatura para el grupo 1 (*Lactobacillus*) fue de 29,9 °C mientras que para el grupo 2 (Control) fue de 29,2 °C manteniéndose una temperatura óptima dentro de los rangos permitidos.

Vera (2014) con respecto al pH señala rangos entre 8,02 pH para el grupo control y 7,96 pH para el tratamiento 1 (Perfostim).

#### 4.6. IMPACTO AMBIENTAL

A continuación cuadro 4.6. se observa los resultados de los análisis microbiológicos realizados en el grupo 1 (*Lactobacillus*) y grupo 2 (Control) para la detección de coliformes totales y fecales.

**Cuadro 4.6.** Resultados de análisis microbiológicos para la detección de Coliformes totales y fecales en los grupos.

Resultados de Análisis Microbiológicos		
	Grupo 1 ( <i>Lactobacillus</i> )	Grupo 2 (Control)
Descriptores	0 Negativo NMP (< 2,2) Coliformes Totales Grupo Aislado: Negativo	2 Positivo NMP (6,1) Coliformes Totales /100 mL Grupo Aislado: Positivo <i>Enterobacter aerogenes</i>
	0 Negativo NMP (< 2,2) Coliformes Fecales Grupo Aislado: Negativo	0 Negativo NMP (< 2,2) Coliformes Fecales Grupo Aislado: Negativo

Los resultados fueron detallados por la determinación del Número más probable (NMP) según los tubos positivos. FUNASA (2013) da como resultados referenciales según la cantidad de tubos positivos (0, < 2,2 NMP/100 mL), (1, > 2,2 NMP/100 mL) (2, > 6,1 NMP/100 mL), (3, > 9,2 NMP/100 mL), (4, > 16 NMP/100 mL), (5, > 16 NMP/100 mL). La presente investigación reporta resultados negativos para el grupo 1 (*Lactobacillus*) y positivo para el grupo 2 (Control) con presencia de coliformes totales NMP > 6,1.

#### 4.7. COSTO - BENEFICIO

En el cuadro 4.7. se observa la estimación económica realizada a la investigación sobre la base de los ingresos (beneficios) que se generaron y su relación con los egresos (costos) durante su ejecución. Se presenta una relación superior a 1, significando que los ingresos netos son superiores a los egresos netos. En otras palabras, los beneficios (ingresos) son mayores a los costos (egresos) y, en consecuencia, la investigación generó rentabilidad.

**Cuadro 4.7.** Estimación económica a través de la relación Costo-Beneficio.

<b>ANALISIS COSTO – BENEFICIO</b>		
<b>DATOS</b>	<b>TRATAMIENTOS</b>	
	<b>Grupo1 (<i>Lactobacillus</i>)</b>	<b>Grupo 2 (Control)</b>
<b>Egresos</b>		
<b>Número de camarones por tratamiento</b>	<b>5.000</b>	<b>5.000</b>
<b>Costo de animales</b>	<b>7,5</b>	<b>7,5</b>
<b>Costo de alimento por (kg)</b>	<b>1,17</b>	<b>1,17</b>
<b>Total de alimento consumido (kg)</b>	<b>18,9</b>	<b>15</b>
<b>Costo total del alimento (\$)</b>	<b>22,22</b>	<b>17,55</b>
<b>Sanidad</b>	<b>50</b>	<b>30</b>
<b>Mano de Obra</b>	<b>50</b>	<b>50</b>
<b>Total Egresos</b>	<b>129,72</b>	<b>105,05</b>
<b>Ingresos</b>		
<b>Peso promedio del camarón (kg)</b>	<b>0,00442</b>	<b>0,00376</b>
<b>Total de kilos obtenidos</b>	<b>19,89</b>	<b>11,28</b>
<b>Precio del kg</b>	<b>7</b>	<b>7</b>
<b>Número de camarones al final del experimento</b>	<b>4.500</b>	<b>3.000</b>
<b>Total de Ingresos</b>	<b>139,23</b>	<b>78,96</b>
<b>Beneficio/Costo (USD)</b>	<b>1,07</b>	<b>0,75</b>

Lo anterior permite señalar que por cada dólar invertido se obtuvo una ganancia económica de 0,07 ctvs. en el grupo 1 al que se le suministro probiótico y 0,25 ctvs. de pérdida en el grupo 2 sin probiótico.

## **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. CONCLUSIONES**

La aplicación del probiótico *Lactobacillus plantarum* como aditivo en el agua presenta un mejor comportamiento productivo para los camarones cultivados.

Permite una supervivencia mayor que en condiciones normales en el cultivo de camarón *Litopenaeus vannamei* en la fase de nauplios hasta su fase juvenil.

Los parámetros abióticos medidos en el tratamiento presentó valores dentro de los rangos permisibles, para el crecimiento normal de *L. vannamei*.

El uso del probiótico evita el crecimiento de bacterias patógenas en el agua, ayudando así a no provocar un impacto ambiental.

En cuanto a la relación Costo-beneficio mediante el uso del probiótico el grupo 1 (*Lactobacillus*) obtuvo la mayor rentabilidad con \$0,74 por cada dólar invertido.

### **5.2. RECOMENDACIONES**

Comparar el comportamiento productivo y su incidencia económica en el uso de *Lactobacillus plantarum* y probióticos comerciales.

Aplicar Probiótico *Lactobacillus plantarum*, en la fase de nauplio en criaderos intensivos, como un aditivo en el agua o alimento.

Utilizar con mayor frecuencia en criaderos intensivos y artesanales los probióticos como parte de la alimentación de camarones.

Investigar nuevas cepas probióticas que permitan inferir una mejor calidad de los sistemas de cultivo, con el fin de hacerlos más rentables y

saludables, tanto para la salud así como la del consumidor y el ambiente.

## BIBLIOGRAFÍA

Ajitha, S., M. Sridhar, N. Sridhar, I. Singh & V. Varghese. 2004. Probiotic Effects of Lactic Acid Bacteria Against *Vibrio Alginolyticus* in *Penaeus* (*Fenneropenaeus*) *indicus* (H. Milne Edwards). *Asian Fish. Sci.* 17: 71-80.

APHA (American Public Health Association). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20th edition, 1998 Center for Innovation in Engineering and Science Education. Estudio Internacional Ambiental de la Calidad del Agua. Disponible en: <http://www.k12science.org/curriculum/diproj/es/>

Arias, A. y De la Torres, M. 2013. *Penaeus vannamei*, Madrid ES. (En línea). EC. Consultado, 09 de nov. 2015. Disponible en <http://www.ictioterm.es>

Arzola., Flores., Izabal y Gutiérrez. 2002. Crecimiento de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en un estanque de baja salinidad. Laboratorio de Invertebrados y Ecología del Bentos, Universidad Autónoma de Sinaloa Paseo Claussen s/n. Apartado postal 610, Mazatlán, Sinaloa (México). Publicado en: *Revista AquaTIC* n° 28, pp. 8-15. Año 2008 ISSN 1578 – 4541 Disponible en: <http://www.revistaaquatic.com/aquatic/art.asp?t=p&c=222>

Balcázar, J. y. Rojas, T, 2007. Inhibitory activity of probiotic *Bacillus subtilis* UTM 126 against vibrio species confers protection against vibriosis in juvenile shrimp (*Litopenaeus vannamei*), *Curr, Microbiol*, 55 (5): 409-412,

Brock, J.A.; Main, K.L. 1999. A guide to the common problems and diseases of cultured *Penaeus vannamei*. World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, U.S.A. 241 p.

Catelló Orvay, F. 1993. Acuicultura marina. Fundamentos biológicos y tecnología de la producción. Barcelona, España. P. 600-601. En



línea:[http://books.google.com.ec/books/about/Acuicultura\\_marina.html?hl=ca&id=hjwMNMgh1cQC&redir\\_esc=y](http://books.google.com.ec/books/about/Acuicultura_marina.html?hl=ca&id=hjwMNMgh1cQC&redir_esc=y).

CNA, (Cámara Nacional de Acuicultura) 2000. Aspectos básicos del cultivo de camarón en el Ecuador, Antecedentes, (En línea), EC, Consultado, 09 de may, 2014, Documento Word, Disponible en <http://www.dspace.espol.edu.ec>

Correa, J, R, García-Sáenz, W, Mendívez, J, González, D, Chicaiza, W, Ruiz y C, Villón, 2007. Diagnóstico Pesquero y Acuícola del Recurso Camarón Marino en Ecuador, Informe Técnico Instituto Nacional de Pesca, 43 p,

Cuellar, J; Lara, C; Morales, V; De García, A y García, O. 2010. Manual de buenas prácticas de manejo para el cultivo del camarón blanco *Penaeus vannamei*, (En línea), EC, Consultado, 09 de nov, 2015, Formato PDF, Disponible en <http://www.oirsa.org>.

Díaz, M., y Montes, M. 2012. Efecto de probiótico a base de *Bacillus* sp., *Enterococcus* sp., en la sobrevivencia y crecimiento larval del camarón blanco *Litopenaeus vannamei*, en la estación de maricultura Los Cóbalos, Sonsonate. Tesis de Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia. Departamento de Zootecnia-Universidad de El Salvador. San Salvador. En línea: [http://sbdigital.ues.edu.sv/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=103598&shelfbrowse\\_itemnumber=189870#shelfbrowser](http://sbdigital.ues.edu.sv/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=103598&shelfbrowse_itemnumber=189870#shelfbrowser)

FAO, Servicio de Recursos de Aguas Continentales y Acuicultura. 2004. Manejo sanitario y mantenimiento de la bioseguridad de los laboratorios de postlarvas de camarón blanco (*Penaeus vannamei*) en América Latina. [en línea]. Roma [citado 26 de abril del 2011]. Disponible en ASCII: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/008/y5040s/y5040s00.pdf>

FAO. 2009. El Estado Actual de la Pesca y la Acuicultura 2008, Departamento de Pesca y Acuicultura de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, (En línea), IT, Consultado, 09 de ago, 2015, Formato PDF, Disponible en <http://www.oirsa.org>.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) 2010, Acuicultura: principales conceptos y definiciones, (En línea), EC, Consultado, 09 de ago, 2015, Formato HTM, Disponible en <http://www.fao.org>.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) s, f, Programa de información de especies acuáticas *Penaeus vannamei* (En línea), EC, Consultado, 09 de ago, 2015, Disponible en <http://www.fao.org>.

Fuller, R, 1989, Probiotics in man and animals, J, Appl, Bacterial, 66: 365-378,

FUNASA (Fundación Nacional de la Salud). 2013. Manual Práctico de Análisis de Agua. Cordinación de Comunicación Social. 4 Edición. Brasilia. Brasil. Pag 26.

Guzmán, E; Montes,P y Monge, E, 2012, Probióticos, prebióticos y síndrome de intestino irritable, Lima, PE, Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal, Vol, 29, Núm, 2, p 92,

Holzapfel, W, H, P, P, Haberer, J, Snel, U, Schillinger y J, H, J, Huis in't Veld, 1998, Over view of gut flora and probiotics, Int, J, Food Microbiol, 41(2): 85-101,

KONGNUM, K., HONGPATTARAKERE, T. 2012. Efecto de *Lactobacillus plantarum* aisladas del tracto digestivo de camarón silvestre en el crecimiento y la supervivencia de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) desafío con *Vibrio harvey*. Fish&Shellfish Immunology. Volumen 32, número 1. Páginas 170-177.

López, E; Aguirre, G y Vázquez, M, 2013, Probióticos, una herramienta en la producción pecuaria y acuícola, PE, Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal, vol, 4, núm, 2, 129-137 (En línea), Consultado, 09 de nov, 2015, Formato PDF, Disponible en <http://www.redalyc.org>.

- Magonova, S, Larsen, R, & Pogliano, K, (2007), *Lactobacillus brevis*, Chile, Extraído el 4 de marzo, 2015, de <http://microbewiki.kenyon.edu>.
- Merrifield, D; Dimitrioglou, A; Foey, A; Davies, S; Baker, R; Bogwald, J; Castex, M, y Ringo, E, 2010, The current status and future focus of probiotic and prebiotic applications for salmonids, *Aquaculture* 302, 1-18,
- NAVARRETE, J, 2015. Laboratorio de Microbiología. ESPAM MFL. (Comunicación personal).
- Ngo, V, Ravi, F, 2010, A Review of Probiotics in Shrimp Aquaculture, *Journal of Applied Aquaculture*, 22:3, 251-266, DOI: 10.1080/10454438.2010.500597
- Panwichian, S., D. Kantachote, B. Wittayaweerarak & M. Mallvarapuj. 2010. Isolation of purple nonsulfur bacteria for the removal of heavy metals and sodium from contaminated shrimp ponds. *Electron. J. Biotechnol.* (Consultado: 5 Abril 2011, DOI: 10.2225/ vol13-issue4-fulltext-8).
- Qi, Z., X.H. Zhang, N. Boon & P. Bossier. 2009. Probiotic in aquaculture of China-Current state, problems and prospect. *Aquaculture* 290: 15-21.
- Reyes, J y Rodríguez, L, 2010, ¿Que sabe ud acerca de los probióticos?, ME, *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*, Vol, 41, Núm, 1, p 60-63,
- Roldán, D, y González, F. 2003. La Cadena de Camarón de Pesca en Colombia, (En línea), CO, Consultado, 09 de nov, 2015, Formato PDF, <http://repiica.iic a.int>.
- Subsecretaría de Recursos Pesqueros, 2000, Aspectos básicos del cultivo de camarón en el Ecuador, Importancia económica y social, (En línea), EC, Consultado, 09 de may, 2014, Documento Word, Disponible en <http://www.dspace.espol.edu.ec>.

Vera, M. 2014. Efecto de una combinación del probiótico *Pediococcus acidilactici* con vitaminas y antioxidantes en el crecimiento y supervivencia del camarón blanco *Litopenaeus vannamei*, (En línea), EC, Consultado, 09 de nov, 2015, Formato PDF, Disponible en <http://repositorio.ug.edu>.

Verschuere, L; Rombaut, G; Huys, J; Dhont, P; Soggerloos y W, Verstrate, 2000, Microbial control of the culture of *Artemia* juveniles through preemptive colonisation by selected bacterial strains, *Appl, Environ, Microbiol*, 65: 2527-2533,

Villamil, L y Martínez, M, 2009, Probiótico como herramienta biotecnológica en el cultivo de camarón, (En línea), CO, Consultado, 09 de ago, 2015, Vol, 38 (2), [http:// www.scielo.org](http://www.scielo.org).

Zokaei, F.H., C. Roos, H. Mohd, S. Azni & S. Shakibazadeh. 2009. Effect of *Bacillus subtilis* on the growth and survival rate of shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Afr. J. Biotechnol.* 8: 3369-3376.

# **ANEXOS**



**ANEXO 1.** Adecuación de los estanques y siembra de camarones.  
**ANEXO 1.A.** Adecuación de los estanques en la primera semana.



**ANEXO 1.B.** Adecuación de los estanques y limpieza.



**ANEXO 1.C.** Limpieza de los estanques.



**ANEXO 2.** Eclosión de la artemía salina.

**ANEXO 2. A.** Segunda semana.



**ANEXO 2.B.** Revisión de la artemía salina.

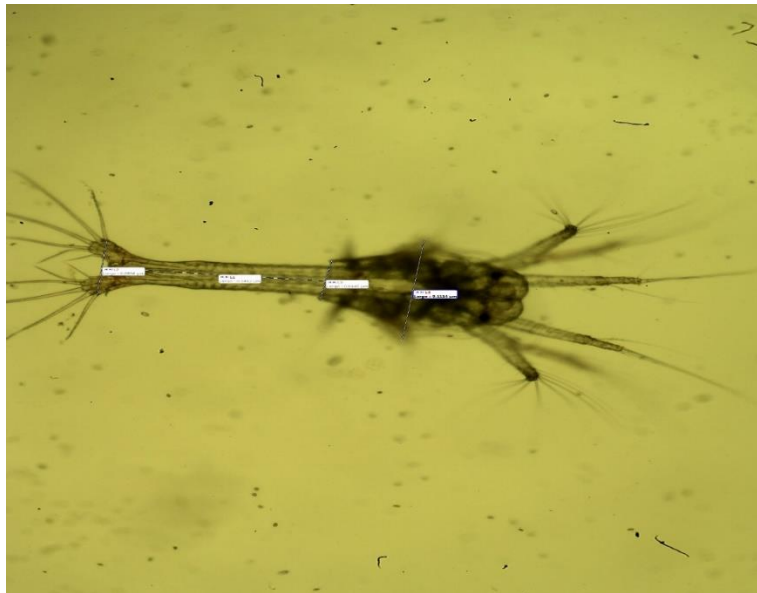


**ANEXO 2.C.** Observación de los nauplios en sus estadios Zoea 1.





**ANEXO 2.D.** Estadios de Zoea 1.



**ANEXO 2.E.** Estadio de Zoea 1.



**ANEXO 3.** Observación de los nauplios Zoea 2.

**ANEXO 3.A.** Tercera semana.



**ANEXO 3.B.** Camarones en estadios Zoea 2.



**ANEXO 4.** Camarones en estadios de Zoea 3.

**ANEXO 4.A.** Cuarta semana.



**ANEXO 4.B.** Observación del crecimiento en estadio Zoea 3.



**ANEXO 4.C.** Revisión de los camarones en estadio Zoea 3.



**ANEXO 5.** En estadios de Mysis 2.

**ANEXOS 5.A.** Mysis 2.



**ANEXO 5.B.** Camarones en estadios Mysis 2.



**ANEXO 6.** Observación del crecimiento en estadio Mysis 3.

**ANEXO 6.A.** Camarón en estadios de Mysis 3.



**ANEXO 6.B.** Camarón en estadio Mysis 3.



**ANEXO 7.** Revisión de los camarones en postlarva 1.

**ANEXO 7.A.** Camarón en estadios de postlarva 1.



**ANEXO 7.B.** Camarones en postlarva 1.



**ANEXO 7.C.** Camarones en estadios de postlarva



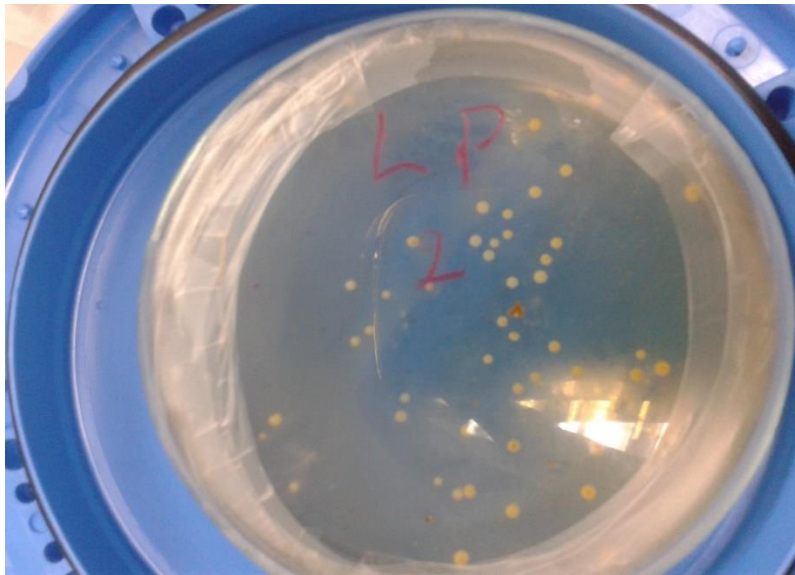
**ANEXO 8.** Longitud tomada en estadios juvenil con regla.

**ANEXO 8.A.** Semana nueve.



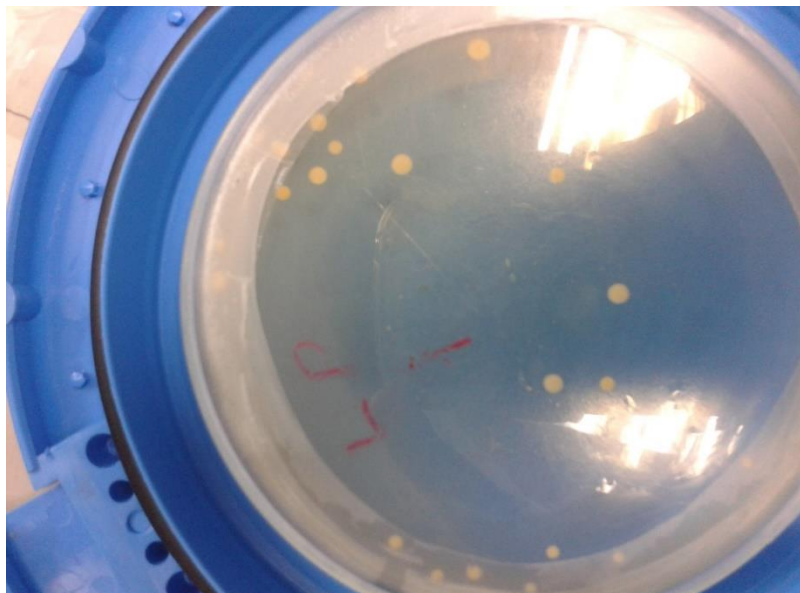
**ANEXO 8.B.** Observación revisión de la longitud del camarón.





**ANEXO 9.** Análisis microbiológico MRS para ver la cantidad de Lactobacilos en el camarón.

**ANEXO 9.A.** Semana diez.



**ANEXO 9.B.** Prueba microbiológica MRS.



**ANEXO 10.** Revisión de los camarones en estadio de engorde.

**ANEXO 10.A.** Semana once revisión de los camarones.



**ANEXO 11.** Cosecha final de los camarones en la piscina.

**ANEXO 11.A.** Semana catorce.



**ANEXO 11.B.** Cosecha de los camarones.

**ANEXO 12.** Pruebas de t para las variables medidas.

**ANEXO 12.A. PRUEBA DE T PARA PESO POR TRATAMIENTO.**

<b>Two-Sample T Tests for peso by trat</b>				
<b>Trat</b>	<b>Mean</b>	<b>N</b>	<b>SD</b>	<b>SE</b>
1	4,4199	217	2,9306	0,1989
2	3,7600	217	2,7164	0,1844
Difference	0,6600			

Null Hypothesis: difference = 0

Alternative Hyp: difference <> 0

<b>95% CI for Difference</b>					
<b>Assumption</b>	<b>T</b>	<b>DF</b>	<b>P</b>	<b>Lower</b>	<b>Upper</b>
Equal Variances	2,43	432	0,0154	0,1268	1,1931
Unequal Variances	2,43	429,5	0,0154	0,1268	1,1931

<b>Test for Equality</b>	<b>F</b>	<b>DF</b>	<b>P</b>
of Variances	1,16	216,216	0,1326

Cases Included 434      Missing Cases 0

**ANEXO 12.B. PRUEBA DE T PARA LONGITUD POR TRATAMIENTO**

Two-Sample T Tests for lon by trat				
Trat	Mean	N	SD	SE
1	8,0419	217	1,7871	0,1213
2	7,0447	217	1,9532	0,1326
Difference	0,9972			

Null Hypothesis: difference = 0

Alternative Hyp: difference &lt;&gt; 0

95% CI for Difference					
Assumption	T	DF	P	Lower	Upper
Equal Variances	5,55	432	0,0000	0,6440	1,3505
Unequal Variances	5,55	428,6	0,0000	0,6440	1,3505

Test for Equality	F	DF	P
of Variances	1,19	216,216	0,0963

Cases Included 434 Missing Cases 0

**ANEXO 12.C. ANOVA NO PARAMÉTRICO PARA PESO**

One-Way AOV for peso by trat					
Source	DF	SS	MS	F	P
Trat	1	47,26	47,2560	5,92	0,0154
Error	432	3448,94	7,9837		
Total	433	3496,19			

Grand Mean 4,0899 CV 69,09

Bartlett's Test of Equal Variances Chi-Sq 1,24 DF 1 P 0,2653  
 Cochran's Q 0,5379  
 Largest Var / Smallest Var 1,1640

Component of variance for between groups 0,18098  
 Effective cell size 217,0

Trat	Mean
1	4,4199
2	3,7600

Observations per Mean	217
Standard Error of a Mean	0,1918
Std Error (Diff of 2 Means)	0,2713

## ANEXO 12.D. ANOVA NO PARAMÉTRICO PARA LONGITUD

One-Way AOV for lon by trat					
Source	DF	SS	MS	F	P
trat	1	107,90	107,901	30,8	0,0000
Error	432	1513,89	3,504		
Total	433	1621,79			

Grand Mean 7,5433      CV 24,82

	<b>Chi-Sq</b>	<b>DF</b>	<b>P</b>
<b>Bartlett's Test of Equal Variances</b>	1,70	1	0,1925
<b>Cochran's Q</b>	0,5443		
<b>Largest Var / Smallest Var</b>	1,1944		

<b>Component of variance for between groups</b>	0,48109
<b>Effective cell size</b>	217,0

trat	Mean
1	8,0419
2	7,0447

<b>Observations per Mean</b>	217
<b>Standard Error of a Mean</b>	0,1271
<b>Std Error (Diff of 2 Means)</b>	0,1797