

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA UNAN- LEÓN

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA



Tesis para optar al título de Ingeniero Acuícola

Tema:

**Efecto de dos tratamientos contra enfermedades bacterianas: Virkon vs. Ajo, sobre el crecimiento del camarón *Litopenaeus vannamei*.**

Autores:

Br. Armando José Andino Lozano

Br. Frederick Alberto Romero Ramírez

Marzo, 2014

**“ A LA LIBERTAD POR LA UNIVERSIDAD ”**

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA UNAN- LEÓN

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA



Tesis para optar al título de Ingeniero Acuícola

Tema:

**Efecto de dos tratamientos contra enfermedades bacterianas: Virkon vs. Ajo, sobre el crecimiento del camarón *Litopenaeus vannamei*.**

Autores:

Br. Armando José Andino Lozano

Br. Frederick Alberto Romero Ramírez

Tutor:

MSc. Claudia Herrera Sirias

**“ A LA LIBERTAD POR LA UNIVERSIDAD ”**

## RESUMEN

El cultivo del camarón *Litopenaeus vannamei*, está expuesto a riesgos por la presencia de patógenos que han obligado a los productores a tomar medidas para proteger las producciones e inversiones realizadas. El Virkon es un desinfectante de uso múltiple usado hasta hace poco en la acuicultura, controla eficazmente virus y bacterias patógenas; por otro lado está el uso del Ajo como bactericida natural, actualmente usado en acuicultura para la disminución de bacterias tanto en agua como en organismos de cultivo. El objetivo de éste experimento es comparar el efecto de la aplicación del Virkon vs Ajo en las aguas del cultivo sobre el crecimiento de postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei* en sistema hiper-intensivo, en seis recipientes experimentales con área de 0.38 m<sup>2</sup> cada uno, con 80 postlarvas de camarón/m<sup>2</sup>, las postlarvas tenían un peso inicial de 0.003 gramos; 3 de estos recipientes con tratamiento de Virkon y 3 con tratamiento de Ajo, monitoreando los parámetros físicos-químicos de las aguas donde crecían los camarones y realizando muestreos poblacionales (crecimiento acumulado, ritmo de crecimiento, tasa de crecimiento, sobrevivencia, factor de conversión alimenticio) cada 5 días. Los resultados finales para los tratamiento con Virkon: peso final de 1.08 gramos de peso; ritmo de crecimiento entre 0.057 a 0.48 gramos; sobrevivencia 85%, tasa de crecimiento acumulado 1.58 gramos; factor de conversión alimenticia (FCA) de 1.7. Para el tratamiento con Ajo, peso final 0.8 gramos de peso, un ritmo de crecimiento de 0.01 a 0.27 gramos, sobrevivencia 85%, tasa de crecimiento acumulado 3.22 gramos, factor de conversión alimenticia (FCA) de 2 En los recipientes tratados con Virkon se cosecharon 1578.94 libras/ha, para los recipientes tratados con Ajo, se cosecharon 1252.03 libras/ha. Las cantidades de Unidades Formadoras de Colonias en el experimento se disminuyeron de 58 a 13 UFC verdes y de 64 a 22 UFC amarillas para el tratamiento con Virkon mientras que para el tratamiento con Ajo de 56 a 18 UFC verdes y 65 a 36 UFC amarillas. En base al resultado concluimos que haciendo uso del bactericida Virkon en aguas de cultivo de camarones habrá un mejor control de enfermedades bacterianas y vibrientes así como un mayor crecimiento de las postlarvas aumentando el rendimiento productivo.

## DEDICATORIA

A Dios.

Por haberme prestado vida para llegar hasta donde estoy ahora, por haberme regalado sabiduría para resolver los obstáculos que se me presentaron y por concederme de sus infinitas bendiciones.

A mi abuela Orbelina Ramírez y a mi madre Lisseth Ramírez.

A ellas por su apoyo y cariño constante que fueron un impulso enorme para culminar este trabajo, también porque supieron llevarme por el camino del bien y forjarme como persona y profesional.

A mis maestros.

Dr. Evenor Martínez, MSc. Claudia Herrera, MSc. Claudia Jovel por su gran apoyo y motivación para la culminación de nuestros estudios profesionales y la realización de este trabajo investigativo.

A mis compañeros y a los que aprendieron a ser mis amigos durante esta etapa de nuestras vidas.

Frederick Alberto Romero Ramírez

## **AGRADECIMIENTO**

Mis más sinceros agradecimientos:

A Dios porque me permitió finalizar esta investigación regalándome vida, a mi abuela y a mi madre por brindarme su apoyo económico, moral y emocional en el transcurso de esta carrera, a nuestros maestros por su dedicación y empeño, igualmente a nuestro tutor por la disposición de su tiempo y por brindarnos el conocimiento necesario para la elaboración de la investigación para realización de esta tesis.

A la UNAN-LEÓN y empresa CAMANICA que apoyaron brindándonos las herramientas necesarias para la realización de nuestra tesis.

Frederick Alberto Romero Ramírez

# INDICE

<b>RESUMEN</b> .....	ii
<b>DEDICATORIA</b> .....	iii
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	iv
<b>I.- INTRODUCCIÓN</b> .....	1
4.1 Características del camarón.....	5
4.1.1 Taxonomía.....	5
4.1.2 Ciclo Biológico.....	5
4.1.3 Morfología.....	6
4.1.4 Sistemas de respuesta inmune en los camarones.....	7
4.2 Sistemas de producción acuícola.....	11
4.2.1 Sistema Extensivo.....	11
4.2.2 Sistema Semi-intensivo.....	12
4.2.3 Sistema intensivo.....	12
4.2.4 Sistema híper – intensivo.....	13
4.3 Buenas Prácticas de Manejo Acuícola (BPM).....	13
4.4 Calidad de agua.....	15
4.5 Factores físicos - químicos del agua.....	16
4.5.1 Oxígeno disuelto (OD).....	16
4.5.2 Temperatura.....	18
4.5.3 Salinidad.....	19
4.5.4 pH.....	20
4.6 Enfermedades bacterianas.....	21
4.6.1 Vibrio.....	22
4.6.2 Vibriosis.....	24
4.6.3 Enfermedades y signos clínicos.....	26
4.7 Mitigación de enfermedades en el cultivo del camarón.....	27
4.8 Bactericidas Inorgánicos.....	28
4.8.1 Virkon.....	28
4.9 Bactericidas Orgánicos (probiótico).....	30
4.9.1 Ajo (Allium sativum).....	30

4.10 Diagnóstico de enfermedades bacterianas.....	31
4.10.1 Medios de cultivo para crecimiento de bacterias.....	31
4.10.1.1 Generales.....	31
4.10.1.2 Selectivos.....	31
4.10.1.3 Diferenciales.....	31
4.10.4 TCBS.....	31
4.11 Alimentación de los camarones.....	33
4.11.1 Nutrición general del camarón.....	34
4.11.2 Alimento natural y artificial.....	34
4.11.3 Métodos de alimentación.....	35
4.12 Parámetros poblacionales.....	37
4.12.1 Crecimiento acumulado.....	37
4.12.2 Ritmo de crecimiento.....	38
4.12.3 Tasa de crecimiento.....	38
4.12.4 Cálculos de sobrevivencia.....	38
4.12.5 Rendimiento productivo.....	39
4.12.6 Factor de conversión alimenticia (FCA).....	39
V.- MATERIALES Y MÉTODO.....	41
5.1 Ubicación del experimento.....	41
5.2 Diseño del dispositivo experimental.....	41
5.2.1 Toma de agua.....	41
5.2.2 Aireación.....	42
5.3 Tratamientos del agua y preparación de los equipos para la siembra.....	42
5.4 Aclimatación de la postlarva.....	42
5.4.1 Recepción de Postlarvas.....	42
5.4.2 Aclimatación.....	43
5.5 Siembra.....	43
5.6 Análisis bacteriológico.....	43
5.6.1 Preparación del agar TCBS.....	43
5.6.2 Bacteriología en organismos.....	44
5.7 Aplicación de los tratamientos.....	45
5.7.1 Virkon.....	45
5.7.2 Ajo.....	45

5.8 Alimentación.....	45
5.9 Monitoreo Parámetros físicos y químicos. ....	46
5.9.1 Oxígeno disuelto y temperatura. ....	46
5.9.2 Salinidad.....	46
5.9.3 pH.....	46
5.10 Parámetros poblacionales.....	47
5.10.1 Crecimiento acumulado.....	47
5.10.2 Ritmo de crecimiento.....	47
5.10.3 Tasa de crecimiento.....	47
5.10.4 Supervivencia.....	47
5.10.5 Rendimiento productivo.....	48
5.10.6 Factor de conversión alimenticia (F.C.A). ....	48
VI.-RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	49
6.1 Oxígeno disuelto.....	49
6.2 Temperatura.....	50
6.3 Salinidad.....	51
6.4 pH.....	52
6.5 Resultados de las UFC amarillas.....	53
6.6 Resultados de las UFC verdes.....	54
6.7 Crecimiento acumulado.....	55
6.8 Ritmo de crecimiento.....	56
6.9 Tasa de crecimiento.....	57
6.10 Supervivencia.....	58
6.11 Rendimiento productivo.....	59
6.12 FCA.....	60
VII.- CONCLUSIONES .....	61
X.- ANEXOS.....	69

## I.- INTRODUCCIÓN

La camaronicultura es una de las industrias que ha mostrado un desarrollo más explosivo tanto a nivel mundial como en nuestro país, el cultivo del camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) que está en todo su auge, para el año 2011 según datos oficiales publicados por el Banco Central de Nicaragua (BCN), la producción de camarón de cultivo alcanzó 34.62 millones de libras, mientras que apenas cinco años atrás, en 2006, ésta sumaba 23.90 millones de libras.

Por otro lado, Nicaragua posee un gran potencial para el desarrollo del sector, en especial la costa del Pacífico. La acuicultura abarca sobre todo el control del crecimiento y producción de las especies susceptibles al cultivo o crianza en el medio acuático. Es una actividad orientada a la selección y manejo de organismos reproductores, producción de huevos, de larvas, de crías y engorda. Pasando por el transporte, procesamiento y comercialización del producto hasta su consumo; siendo por tanto una actividad interdisciplinaria, orientada a la creación de unidades de producción (Aguilera y Noriega, 1986, citado por Rodríguez y Maldonado, 1996). La acuicultura en nuestro país, Nicaragua, en la actualidad se ha convertido en un rubro importante en el sector económico puesto que esta actividad es de exportación, generadora de divisas y una importante fuente de empleo.

Nicaragua tiene un gran potencial para la camaronicultura ya que posee miles de hectáreas de terreno aptos para esta actividad. Este rubro ha venido aumentando en los últimas décadas generando grandes ganancias a los productores y divisas significativas al país. Pero el desarrollo de esta industria depende de la calidad del camarón el cual es atacado por enfermedades causadas por bacterias principalmente de género *Vibrio* (*alginolyticus* y *parahaemolyticus*) lo que provoca disminución en la producción, pérdidas económicas al productor y al país.

Las enfermedades ocasionadas por bacterias en los sistemas de cultivo larvario así como en los cultivos de engorde de camarón son considerados como los principales causantes de mortalidades en todo el mundo. Uno de los principales patógenos que se encuentran en este tipo de sistema son las bacterias pertenecientes al género *Vibrio*, registradas en casi todos los lugares donde se cultivan larvas (Lightner and Redman, 1998).

En el pasado, ante la aparición de cualquier síntoma o enfermedad, se recurría al uso descontrolado de agentes químicos como los antibióticos, cuyo espectro de acción es obviamente limitado para la prevención y control de enfermedades y además causan efectos adversos como la aparición de cepas bacterianas multiresistentes que incluso pueden afectar la salud del consumidor. De acuerdo con estos indicios, es claro que los acuicultores necesitan evitar la aplicación innecesaria de antibióticos y entender la complejidad de la comunidad microbiana que está presente en el agua de cultivo e implementar la aplicación de bacterias benéficas para combatir a las patógenas. Considerando el resultado exitoso que han tenido el uso de bactericidas y probióticos en algunos experimentos científicos realizados en granjas de peces, camarones, y ostras, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura definió el desarrollo de estos tratamientos para mejorar la calidad del medio y organismos acuáticos. ( Villamil L y Martínez M 2009).

Con este estudio se pretende conocer que tratamiento (Virkon y Ajo) tiene mayor efecto sobre la carga bacteriana en los cultivos acuícolas y si favorecen en el crecimiento del camarón *Litopenaeus vannamei*, facilitarle a los productores nuevas técnicas para la mitigación de problemas causados por bacterias y aumentar así la productividad y ganancias económicas de las empresas y cooperativas camaroneras.

## II.- OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo general

Conocer el efecto de dos tratamientos (Virkon vs Ajo) contra enfermedades bacterianas del género *Vibrio* (UFC amarillas y verdes) y sobre el crecimiento del camarón *Litopenaeus vannamei*.

### 2.2 Objetivos específicos

- 1.- Monitorear los factores físicos y químicos (Oxígeno disuelto, Temperatura, Salinidad, pH) del agua del cultivo de los camarones.
- 2.- Comparar el conteo de las Unidades Formadoras de Colonias (UFC) amarillas y verdes del género *Vibrio* presentes en las postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei* en los dos tratamientos: Virkon vs. Ajo.
- 3.- Comparar el crecimiento acumulado, el ritmo de crecimiento, tasa de crecimiento de los organismos utilizando dos tipos de tratamiento: Virkon vs Ajo.
- 4.- Comparar la sobrevivencia, el rendimiento productivo y el factor de conversión alimenticia en los dos tratamientos (Virkon vs. Ajo).

### III.- HIPÓTESIS

**3.1 H0:** El tratamiento con Ajo disminuirá las enfermedades bacterianas del genero Vibrio (UFC amarillas y verdes) y mejorará el crecimiento del camarón *Litopenaeus vannamei*.

**3.2 H1:** El tratamiento con Virkon disminuirá las enfermedades bacterianas del genero Vibrio (UFC amarillas y verdes) y mejorará el crecimiento del camarón *Litopenaeus vannamei*.

## IV.- LITERATURA REVISADA

### 4.1 Características del camarón.

#### 4.1.1 Taxonomía.

Los camarones Litopenaeidos son animales de aguas marinas, se encuentran tanto en aguas someras como profundas. En regiones tropicales, sub tropicales y templadas, los camarones del género **Litopenaeus** son importantes debido al gran tamaño y alto precio en el mercado (Pérez, 1993).

Phylum	Artrópoda
Clase	Crustácea
Sub Clase	Malacostraca
Series	Eumalacostraca
Super Orden	Eucarida
Orden	Decápoda
Sub Orden	Dendobranchiata
Seccion	Penaeida
Familia	Penaeidae
Género	Litopenaeus
Especies	Vannamei

Fuente:(Suarez, 2008).

#### Cuadro N° 1 Taxonomía del **Litopenaeus vannamei**.

#### 4.1.2 Ciclo Biológico.

Los camarones Litopenaeidos desovan de manera natural en mar abierto. Las larvas a medida que avanzan en su desarrollo se acercan a la costa, donde alcanzan la forma de postlarva. Estas generalmente penetran en aguas

estuarinas, donde continúan su desarrollo rápidamente a juveniles hasta llegar a veces al estado de sub-adulto y, finalmente cuando son camarones adultos, regresan al mar abierto a desovar (Mendoza, 2007).

El camarón blanco presenta los siguientes estadios en su ciclo de vida:

**Huevo:** El desove de la hembra ocurre generalmente durante la noche y cada hembra produce aproximadamente 150,000 huevos cada 15 días, los cuales deben mantenerse en aireación constante y temperatura entre 26 y 28° C. La eclosión de los huevos sucede a las 12 a 15 horas post-copula (Carvajal, 1999).

**Larva:** este estadio sigue al huevo y se divide en tres subestadios: nauplio (cuerpo periforme con solo tres pares de apéndices natatorios, se alimenta de reservas vitelinas propias), protozoa o zoea (se alimenta de algas y microencapsulados, tiene el cuerpo dividido en cefalotórax y abdomen) y Mysis (comienza a ser carnívora consume nauplio de artemia, desarrolla pereiópodos para su desplazamiento).

**Postlarva:** en este estadio el animal presenta hábitos nadadores y tendencia bentónica. A partir de postlarva 10, empieza a ser comercializada.

**Juvenil:** en su ambiente natural según las especies y regiones, llegan a juvenil luego de 4 meses aproximadamente con una longitud de entre 7 a 10 centímetros. Posteriormente, se alejan de las zonas de crianza e ingresan a mar abierto para reproducirse, en regiones de aguas profundas, donde habitan unos meses más.

**Adulto:** se da cuando el camarón alcanza un peso de 20 gramos alcanzando su madurez sexual cuando tiene un peso promedio de 25 a 30 gramos y se da el apareamiento en aguas profundas, en esta misma zona la hembra desova durante la noche (Boschi, 1980).

#### 4.1.3 Morfología.

El cuerpo de los camarones se divide en tres regiones: cefalotórax, abdomen, y telson. Los apéndices del cefalotórax son: anténulas, antenas, mandíbulas, maxilas, maxilípedos y pereiópodos; el abdomen está formado por seis segmentos

y seis pares de apéndices llamados pleópodos cuya función es natatoria. En el telson se encuentran los urópodos, que sirven también para la natación. El exoesqueleto en la región del cefalotórax, presenta diferentes procesos como espinas, suturas y surcos, cuya forma, tamaño y distribución es característica para cada especie (Escoto 1993).

Poseen un cuerpo poco o considerablemente comprimido, rostro por lo general bien desarrollado y comprimido lateralmente, pedúnculos oculares moderados a muy alargados, anténulas con dos flagelos, mandíbula con un proceso incisivo y el palpo con uno o dos artejos, los primeros tres pares de apéndices similares, quelados, planos, incrementándose en longitud posteriormente, cuarto y quinto par de apéndices bien desarrollados y simples (Escoto, 1993).

#### **4.1.4 Sistemas de respuesta inmune en los camarones.**

El mecanismo innato de defensa de los artrópodos está basado en inmunidad humoral y celular (Muñoz et al., 2000); juegan un papel importante en la detección y eliminación de los microorganismos y parásitos potencialmente dañinos. Se puede dividir la respuesta inmune de los artrópodos en diferentes fases:

- a) Reconocimiento de factores ajenos e inicio de actividad inmunológica.
- b) Actividad celular y síntesis de efectores inmunitarios.
- c) Actividad humoral del sistema inmune.

La capacidad que tienen los camarones para reconocer y destruir invasores, está basada en los componentes de la inmunidad celular y humoral del sistema circulatorio y son expresados en varias respuestas inmunes (Vergara, 1999).

#### **Inmunidad celular.**

Consiste en la activación de una gran cantidad de hemocitos que tiene la capacidad especial de fijarse al agente y destruirlo.

Componentes de la hemolinfa del camarón: para protegerse a sí mismos de la invasión por parte de agentes patógenos, los camarones no generan

inmunoglobulinas, pero si moléculas efectoras que están involucradas en la respuesta inmune. El sistema circulatorio de los crustáceos es de tipo abierto o semi-abierto, por donde transita un tejido fluido denominado hemolinfa.

En la hemolinfa son transportados continuamente nutrientes, excretas, oxígeno, hormonas y otras moléculas importantes para los diferentes órganos de estos animales. Debido a su fluidez y por la capacidad de llegar directamente a los tejidos de los crustáceos, la hemolinfa contiene además todos los componentes del sistema inmunológico

La hemolinfa está compuesta por una fracción celular, representada por las células circulantes o hemocitos (producidas por el tejido hematopoyético) y por una fracción líquida constituida por el plasma que contiene diferentes factores humorales. Las respuestas inmuno celulares y humorales actúan de forma integrada en los crustáceos, protegiéndolos contra la invasión de microorganismos y parásitos, garantizando así su integridad humoral y homeostática (Barroco *et. al*, 2008).

En la mayoría de los decápodos, se han usado criterios morfológicos asociados con ensayos bioquímicos para identificar y clasificar los diferentes tipos de hemocitos. En el camarón se han reportado tres tipos de hemocitos distintos (Johansson *et. al*, 2000):

- a) Células hialinas (HC): 80% de la hemolinfa. Son pequeñas con núcleo grande y muy poco citoplasma.
- b) Células semigranulares (SGC): 10-13% de la hemolinfa. Más grandes que las hialinas, con presencia de algunos gránulos, sus núcleos son proporcionalmente más pequeños.
- c) Células granulares (LGC): 4-10% de la hemolinfa. Son más grandes que las semigranulares y por su gran contenido de gránulos, son más refringentes bajo el microscopio (Le Moullac *et. al*, 1997).

Las células hialinas y las semigranulares son capaces de fagocitar sustancias extrañas, pero difieren por la presencia del sistema profenoloxidasasa (proPO). Los

homocitos semigranulares y granulares son poseedores del sistema proPO, también pueden ser citotóxicos y causar lisis en las células eucariotas (Johansson et al., 2000).

### **Fagocitosis.**

Una vez que el parásito ha superado la barrera fisicoquímica de la cutícula, la fagocitosis constituye, junto a los componentes humorales, la primera línea de defensa, siendo la más común de las reacciones de defensa celular.

La quimiotaxis se considera comúnmente como el primero, entre varios eventos, que dirigen una partícula extraña a la fagocitosis. En los artrópodos, las células de la hemolinfa viajan por todo el cuerpo, proporcionando una amplia oportunidad para encontrarse con los invasores y contrarrestar eventos infecciosos (Carvajal, 1999).

### **Formación de nódulos.**

Cuando la cavidad corporal es invadida por un número de microorganismos que no pueden ser fagocitados, se presenta un agrupamiento de hemocitos que los envuelve inmovilizándolos e impidiendo su diseminación. Se cree que los túbulos del hepatopáncreas y las branquias son lugares de alojamiento de agente extraños eliminados (Söderhäll y Cerenius, 1992).

### **Encapsulación.**

Esta tiene el mismo principio de la formación de nódulos. La diferencia se encuentra en que este proceso ocurre como respuesta a parásitos más grandes.

### **Coagulación.**

Debido a que los artrópodos poseen un sistema circulatorio abierto las heridas deben ser cerradas rápidamente para prevenir la salida de grandes cantidad de hemolinfa y la entrada de agentes patógenos (Söderhäll y Cerenius, 1992). Al entrar una bacteria a la cavidad corporal, induce la liberación exocitotóxica de la cascada de la coagulación dentro del plasma. Los LPS inducen, a la vez, la activación de la cascada de la coagulación, que comprende la cascada de serino proteasas y la proteína coagulable o cuagulogeno.

### **Melanización.**

Es iniciada por la lisis de los hemocitos cerca del parásito, seguido por una deposición de sustancias melanoideas en el área que sufrió las lisis y en la membrana del parásito. La melanina y la esclerotina son consideradas materiales de melanización en la respuesta inmune del camarón (Vergara, 1999).

### **Inmunidad humoral.**

Es realizada por moléculas efectoras y no por moléculas hemolinfáticas. Resulta de procesos generales, más que de procesos dirigidos contra organismos patógenos específicos. Este evento incluye:

- a) Resistencia de la cutícula a la invasión por parte de microorganismos.
- b) Presencia de moléculas efectoras en la hemolinfa que se unen a los microorganismos, como las proteínas de reconocimiento de patógenos (BG-BP-y LPS-BP).

La primera línea de defensa entre el camarón y el medio ambiente es la cutícula, dentro de la cual se presentan laceraciones e infecciones microbianas, que incluyen la inhibición de la degradación de la cutícula mediante inhibidores de proteasas, melanización de la cutícula y síntesis de novo de moléculas antibacterianas en el integumento.

Cuando partículas extrañas penetran la cutícula del camarón hasta llegar a la cavidad corporal, se activa un rápido y eficiente proceso de defensa en el animal: El sistema de activación de la profenoloxidasa (sistema proPO). Lo que se puede observar durante este proceso, es la formación de melanina, un pigmento oscuro que se acumula alrededor de las heridas, o encapsulando e invadiendo a los microorganismos para evitar su diseminación a otros tejidos del cuerpo.

### **Proteínas patrón de reconocimiento.**

Los artrópodos no poseen una respuesta inmune adaptativa con inmunoglobulinas. Este mecanismo de defensa es iniciado por el reconocimiento de los factores que son liberados o están presentes en la superficie de los

microorganismos o parásitos. Las proteínas que reconocen estos factores son las denominadas proteínas patrón de reconocimiento (PRP) (Cuéllar, 1998).

Las PRP son macromoléculas utilizadas para el reconocimiento de los determinantes microbianos que son liberados por el patógeno, o que se encuentran sobre su superficie para iniciar ciertas respuestas inmunes. Estas macromoléculas son de gran importancia para iniciar una respuesta en contra de la infección; pueden iniciar la actividad del sistema proPO que es el principal sistema de defensa en los artrópodos o también pueden actuar directamente como opsoninas o aglutininas (Vergara, 1999).

#### **4.2 Sistemas de producción acuícola.**

Los sistemas de cultivo en producción acuícola al igual que en las demás producciones, están determinados por la densidad de organismos por metro cuadrado o cúbico, tipo de alimentación (natural o artificial), flujo de agua, tecnología empleada, capital a invertir, especie acuática a producir, etc.

Según el grado de tecnificación que se utiliza para la producción de organismos acuáticos (moluscos, crustáceos y peces) los podemos dividir en sistemas extensivos, semi-intensivo, intensivos e incluso en producción de camarón tilapia y trucha existe el sistema híper - intensivo. (Fragoso y Auró, 2004).

##### **4.2.1 Sistema Extensivo.**

Es el cultivo más simple y se aplica principalmente en los grandes embalses. La alimentación de la especie sólo depende de la base alimentaria natural del agua. Se basa en la siembra de camarones a baja densidad, hasta 2-4 camarones por metro cuadrado. El tamaño y alcance de las repoblaciones depende de la disponibilidad de alimento natural en el embalse.

Este cultivo está sujeto a las variaciones del clima, así como al tipo de explotación que se realice del agua. Las capturas dependen, entre otros factores, de la disponibilidad de larvas silvestres. Se caracteriza por: Utilización de bajas densidades de población en relación con el área de cultivo. Un bajo ó nulo control en el cultivo, ó la producción por volumen es menor, de 200 a 300 Lb/Ha/año.

#### 4.2.2 Sistema Semi-intensivo.

Este sistema de cultivo, practicado en estanques, se basa en la siembra de 5-20 camarones por metro cuadrado, según las peculiaridades de cada sitio. A diferencia del extensivo, donde los animales sólo consumen el alimento natural disponible, en este cultivo la alimentación natural se ve mejorada por la fertilización artificial mediante la aplicación de fertilizantes orgánicos (excretas animales, composta, etc.) e inorgánicos (urea, nitrato de amonio, superfosfato, etc.), lo que permite incrementar la diversidad de especies y aprovechar toda la columna de agua. Es un sistema de siembra, fertilización y cosecha, que requiere de una atención sistemática. Se practican en forma similar a la extensiva pero en estanques construidos por el hombre, en donde se complementa la alimentación con alimento artificial.

Se caracteriza por: Las instalaciones son recintos construidos por el hombre. Requerimiento de un bajo nivel tecnológico y de inversión. Suele exigir extensiones de terrenos de entre 10 y 20 hectáreas. Tener uno o dos ciclos al año.

#### 4.2.3 Sistema intensivo.

Este cultivo se trabaja con densidades que van de 20 a 60 camarones por metro cuadrado. En correspondencia con esto, los rendimientos son elevados. La alimentación que reciben los camarones es totalmente artificial, mediante piensos concentrados peletizados; en algunos casos los requerimientos tecnológicos son también superiores, necesitándose el uso de aireadores para mantener niveles de oxígeno adecuados, mayor recambio del agua, etc.

Por lo general, estos cultivos se realizan con una sola especie. Se efectúa con fines comerciales en estanques construidos, en sistemas de cascada (Raceways), en canales abiertos o en jaulas situadas en los embalses.

Se realiza un control permanente de la calidad del agua. La alimentación básicamente es concentrada con bajos niveles ó nulos de fertilización.

Se caracteriza por:

- Aporte complementario de alimento externo de ración.
- Mayor densidad y del caudal de renovación del agua.
- Mayor control de la producción.
- Mayor control y regulación del ciclo biológico de la especie a cultivar como de los factores ambientales.
- Empleo de altas densidades de individuos, cultivados con aporte exógeno de alimento.
- Las instalaciones son de menor superficie, requiriéndose grandes modificaciones del medio para la construcción de estanques, sistemas de bombeo y tratamientos del agua, sistemas de aireación, mecanismos para el aporte de alimento, etc.
- Precisa del empleo de tecnología muy avanzada y de elevadas inversiones, tanto en instalaciones como en gastos de explotación (Barreto, *et. al*, 2012).

#### 4.2.4 Sistema híper - intensivo.

Se desarrolló en la última década, estos sistemas son considerados como una de las alternativas de mayor viabilidad desde el punto de vista ambiental, económico y de bioseguridad para el sector camaronero. Entre las características de este sistema están; incremento de la productividad (altas densidades, 80 a más pls/m<sup>2</sup>), uso racional del agua (Bioseguridad), Mínimo o cero recambios de agua, limitaciones de tierra, intensa aireación, mezcla permanente de la columna de agua, pesos entre 0,5 y 2 g para su crecimiento entre 3 y 5 meses, logrando obtener producciones de entre 28 000 y 68 000 kg/ha/cosecha a tasas de crecimiento de 1,5 g/semana, tasas de sobrevivencia de 55–91 por ciento, con un peso promedio de entre 16 y 26 g y factores de conversión alimenticia de 1,5–2 El manejo de la producción y el soporte técnico son determinantes. (Anónimo, 2004-2007).

#### 4.3 Buenas Prácticas de Manejo Acuícola (BPM).

Las buenas prácticas de manejo se deben de realizar a todas las operaciones de la granja, adecuadamente dependiendo a la aplicación, cantidad y método de

aplicación. Cada utensilio o implemento que se utilice debe ser debidamente lavado desinfectado con cal viva antes de volverlos a utilizar (bolsos de paño, atarraya, baldes, bote aireador, etc.).

El ingreso de personas a las áreas de producción debe ser restringido para particulares y sólo podrán hacerlo las que estén autorizadas por el Gerente, Biólogo, Administrador ó asistente administrativo de la granja. El personal que labora en la camaronera siempre debe observar las normas de higienes apropiadas, tanto en la ropa de uso personal como los implementos o utensilios de labor. No se permite el ingreso de vehículos particulares o ajenos a la granja al área de las piscinas.

De igual manera el personal que labora dentro de la granja, así como el de la oficina administrativa debe recibir instrucción constante para su mejoramiento académico-técnico no sólo en aspectos relacionados con la acuicultura orgánica sino también los que involucran a las relaciones humanas, cultura general y otros que van a servir. (Piedrahita, 2003).

#### **Plan de acción ante la aparición de una enfermedad.**

Las granjas de camarón deben contar con protocolos para el manejo de enfermedades, incluyendo planes de emergencia para enfermedades emergentes. Estos protocolos deben ser diseñados para que en el caso de la aparición de cualquier enfermedad, su propagación sea mínima. Los protocolos de manejo de enfermedades, deben ser diseñados y ejecutados en base los lineamientos de la Autoridad de Salud Animal de cada país y con la participación de los gerentes y técnicos de las granjas camaroneras (Cuellar *et. al*, 2010).

#### **Uso de medicamentos veterinarios, productos químicos y biológicos.**

Un gran número de químicos son usados en acuicultura, pero sólo unos cuantos tienen efectos benéficos. Las enfermedades de camarones con índices altos de

morbilidad y mortalidad y que son de naturaleza viral, no se deben tratar con antimicrobianos porque éstos no tienen ningún efecto sobre los virus.

En caso de confirmar una infección bacteriana secundaria, se pueden utilizar antimicrobianos para el control de dichas cepas, habiendo comprobado su susceptibilidad al producto y en la medida en la que éstos sean aprobados para tal fin.

Algunos químicos pueden causar efectos adversos a la biota de los cuerpos de agua receptores, tales como toxicidad rastreabilidad (trazabilidad), en conjunto con toda la información recopilada en el momento de su aplicación. Para cada producto químico o biológico a utilizar, la granja debe contar con un plan de contingencia y suministrar a los operarios los medios de protección recomendados en cada caso para evitar accidentes. Esto debe ir acompañado siempre de un período de capacitación previo al uso del producto. (Cuéllar, 2002).

#### **4.4 Calidad de agua.**

Calidad de Agua en acuicultura puede definirse como la conveniencia del agua para el desarrollo de un cultivo acuícola.

La calidad del agua incluye todos los parámetros físicos, químicos y biológicos que caracterizan un cuerpo de agua.

Todas las especies cultivables requieren de normas de calidad de agua para asegurar su supervivencia, crecimiento o maduración sexual. Esta calidad, estará fuertemente influenciada por las prácticas del manejo realizado en los estanques; donde se incluye, por ejemplo, la densidad de siembra, las estrategias adoptadas para su fertilización, la alimentación suplementaria ofrecida, la toma de datos sobre las variables físicas y químicas.

#### **Factores que afectan la calidad de Agua.**

**Factores Físicos:** Son los componentes que determinan el espacio físico en el cual habitan los seres vivos, entre los más importantes podemos encontrar: la temperatura, luz, humedad, etc.

Hay factores no controlables como precipitación, vientos, pero hay otros que se pueden controlar como el sitio, buen diseño y construcción de las piscinas con fines acuícolas, considerando las condiciones climatológicas y geológicas del sector.

**Factores químicos:** La salinidad, la turbidez, el oxígeno disuelto, el pH, el amonio, el nitrógeno etc. (Herrera, (1) 2012).

#### **4.5 Factores físicos - químicos del agua.**

##### **4.5.1 Oxígeno disuelto (OD).**

El oxígeno disuelto es uno de los parámetros más importantes en la cría de organismos acuáticos. El grado de solubilidad de este elemento es una variable dependiente principalmente de la altura sobre el nivel del mar, la temperatura y la salinidad (Santamaría y García, 1991).

El oxígeno constituye el 35% del volumen de los gases disueltos en el agua. La fotosíntesis produce aportes de oxígeno, el exceso de este gas provoca mortalidades por la "gas bubble disease" (enfermedad de la burbuja de gas), por sobresaturación de oxígeno disuelto y de nitrógeno son las causas mayores. Para Nicaragua en las producciones acuícolas, está comprobado que los intervalos mínimos de 3 mg/lit y un máximo de 8 mg/lit de O.D son aceptable y no afecta el crecimiento de los organismo. (Herrera (1), 2012).

La falta de Oxígeno, influye en el metabolismo de los camarones (la deficiencia en oxígeno en concentraciones menores a 3 mg OD / lit tiene un efecto negativo sobre el crecimiento (Martínez, 1998). La cantidad de oxígeno que se puede disolver en el agua depende de la temperatura y la salinidad, debido a esto el oxígeno disminuye conforme la temperatura aumenta.

#### **Factores que disminuyen el nivel de oxígeno disuelto.**

- Descomposición de la materia orgánica.

- Alimento no consumido.
- Heces.
- Animales muertos.
- Desgasificación: salida del oxígeno del agua hacia la atmósfera.
- Nubosidad: en días opacos las algas no producen el suficiente oxígeno.
- Densidad de siembra.

### **El oxígeno disuelto en estanques.**

Los valores de OD disminuyen con la temperatura. Concentraciones consideradas típicas para agua superficial están influenciadas por la temperatura, pero normalmente están entre 7 a 8 (mg/L).

La vida acuática requiere de OD. La mayoría de los animales acuáticos necesitan una concentración > 1 (mg/L) para sobrevivir. Dependiendo del tipo y condiciones de cultivo, necesitan de 4 a 5 para evitar stress.

Varía significativamente en aguas superficiales, y generalmente es muy bajo, o está ausente en aguas subterráneas.

En piscinas de producción acuícola el OD fluctúa debido a la producción de oxígeno fotosintética por parte de las algas durante el día, y el continuo consumo de oxígeno durante la respiración.

El OD típicamente alcanza el máximo nivel en las últimas horas de la tarde, y un mínimo alrededor del amanecer.

El oxígeno es ligeramente soluble en agua. El agua en piscinas podría estar frecuentemente súper-saturada con oxígeno con el bloom de algas. (Herrera, (1) 2012).

### **Aireación en los estanques camaroneros.**

Ésta técnica en sistemas híper-intensivos que se utiliza en el tratamiento de aguas que exige una fuente de oxígeno, conocida comúnmente como purificación biológica aeróbica del agua. El agua es traída para ponerla en contacto con las gotitas de aire o rociando el aire se trae en contacto con agua por medio de

instalaciones de la aireación. El aire es presionado a través de la superficie del agua, este burbujea y el agua se provee de oxígeno (Boyd, 2004).

#### 4.5.2 Temperatura.

Las especies de camarón de aguas cálidas crecen mejor a temperaturas entre 25°C y 32°C. (Herrera, (1) 2012). Los procesos biológicos como crecimiento y respiración se duplican, en general por cada °C que aumenta la temperatura, consume el doble de oxígeno disuelto es más crítico en temperaturas cálidas que en las frías. El crecimiento y la respiración de otros organismos que comparten el estanque, así como las reacciones químicas en su agua y suelo conforme aumentan la temperatura. Por ello los factores ambientales y en particular las variables de la calidad de agua, son más críticos conforme aumenta la temperatura. (Boyd, 2004).

Un aumento en la temperatura dentro de los límites térmicos de cada especie acelera diversos procesos digestivos tales como la evacuación gástrica, las actividades enzimáticas o la absorción intestinal. Pero aun así no se ha encontrado un efecto muy significativo de la temperatura en la digestibilidad de los crustáceos (Lee y Lawrence, 1997), sino más bien una reducción en la tasa de ingestión del alimento, cuando esta es menor a los parámetros normales.

El calor penetra por la superficie del agua y calienta la capa superficial más rápido que la del fondo. Como la densidad del agua (peso por unidad de volumen) disminuye conforme aumenta su temperatura sobre los 4°C, la capa superficial puede ser tan caliente y ligera que no se mezcla con la más fría del fondo. Esta separación de las capas del agua se denomina estratificación termal. La estratificación tiene a menudo un patrón diario: durante el día la temperatura del agua aumenta y se forma una capa cálida, durante la noche la temperatura de la capa superficial disminuye a la misma que la del agua del fondo, por lo que las capas se mezclan; la capa caliente superior lleva el nombre de Epilimnio y la capa fría inferior Hipolimnio, la fina separación donde la temperatura cambia

rápida, entre el Epilimnio y el Hipolimnio, se llama Termocline. (Herrera, (1) 2012).

#### 4.5.3 Salinidad.

La salinidad es la cantidad proporcional de sales que contiene el agua de mar. Dicha salinidad se expresa comúnmente en gramos de sales por kilogramos de agua, es decir, en partes por mil (S‰) indica una parte en peso de una sustancia en 1,000 partes de una solución.

Una muestra de agua con una parte por mil de salinidad tendrá 1 gramo de sales disueltas en 1 litro de agua. Durante la estación seca en las cuencas estuarinas debido a la escasez de lluvia, puede causar un aumento excesivo en su contenido de sal (40- 45‰), mientras que en la estación lluviosa el exceso de lluvias provoca una disminución de la salinidad en los estanques entre 8- 10 ppm, (Santamaría y García 1991), en el estero Real llega en algunos casos a ser cero (Martínez, 1998). Casi todas las características físicas y químicas del agua, dependen de la cantidad total de sales en disolución.

La razón por la cual la salinidad afecta a la digestibilidad probablemente está relacionada con el uso de los aminoácidos en la osmorregulación de los crustáceos. En bajas salinidades se produce una pérdida de aminoácidos, reduciendo su concentración en los tejidos por la oxidación muscular; esta disminución del nivel de aminoácidos puede provocar una reducción de la síntesis de enzimas digestivas y una menor eficiencia de la digestión (Lee y Lawrence, 1997).

Los intervalos de tolerancia de la salinidad para los camarones es muy amplia y pueden sobrevivir de 0 ppm hasta 50 ppm, los organismos que soportan amplias fluctuaciones de salinidad se conocen como eurihalinos, sin embargo, el intervalo de crecimiento óptimo es de un promedio de 15 a 25 ppt. Por otro lado, si el camarón puede vivir en agua con salinidades muy diferentes, él no puede soportar un cambio muy brusco de salinidad dentro del rango de 0 a 70 ppm.

### **Factores que afectan la salinidad en los estanques y su control.**

1.- La salinidad está influenciada por la cantidad de lluvias que caen en las diferentes épocas del año y la evaporación, por lo que el mantenimiento de una salinidad adecuada va a depender básicamente de la efectividad del recambio diario de agua de fondo en los estanques durante la estación seca y recambios diarios de agua superficiales durante la estación lluviosa.

2.- En los meses secos, son muy frecuentes las altas salinidades, lo cual puede incidir en un lento crecimiento de los camarones, si con los recambios no se mantienen las salinidades adecuadas, otra alternativa es el aumento del mismo hasta en un 40% de agua por bombeo, utilizando si es necesario las dos mareas (día y noche), con la finalidad de mantener la salinidad en rangos óptimos.

3.- Durante la estación lluviosa al presentarse varios días de lluvias intensas, se recomienda hacer recambios de aguas superficiales, ya que una baja drástica en la salinidad, puede provocar afloramientos de algas, sobre todo del tipo cianófitas, las cuales son nocivas para el camarón. La alta concentración de fitoplancton a su vez provoca un autosombreo que no deja pasar adecuada cantidad de luz solar, disminuyendo la actividad fotosintética, en las aguas inferiores de los estanques.

4.- Las grandes cantidades de algas puede llevar a un bajo nivel de oxígeno disuelto en las horas de la madrugada, cuando la actividad fotosintética se mantienen nula, en estos casos se recomienda suspender la alimentación y renovar la mayor cantidad de agua, con el fin de restablecer los niveles de oxígeno, mejorando la lectura del disco de Secchi, lo cual indica que el problema por exceso de algas ha sido superado (Santamaría y García, 1991).

#### **4.5.4 pH.**

Se define como el logaritmo negativo de la concentración de iones de hidrógeno (H<sup>+</sup>):  $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$ .

Es la medida de la acidez o basicidad del agua. Su escala varía de 1- 14 pasando por 7 que es el punto neutro. El intervalo óptimo para el camarón, fluctúa de 6.5 - 9. Es recomendable que el pH del agua no presente grandes fluctuaciones, ya que esto aumenta la susceptibilidad al ataque de parásitos y enfermedades (Martínez, (2) 2012).

pH de 3.5 causa la muerte de los camarones, y sube el dióxido de carbono. La acidez baja la fertilidad, baja la producción natural de alimento, y provoca crecimiento lento de los camarones (Martínez y Lin, 1994).

#### **Relación del pH con los organismos acuáticos.**

El pH actúa directamente en los procesos de permeabilidad de la membrana celular, actuando sobre el transporte iónico intra y extracelular, el tejido branquial es el principal afectado por la acidez del medio. Cuando los organismos son expuestos a bajos niveles de pH, la cantidad de mucus de la superficie branquial aumenta, lo cual interfiere en el intercambio gaseoso e iónico que se realiza a través de las branquias. Por tanto un daño a nivel del balance ácido-básico sanguíneo, resulta en estrés respiratorio. (Boyd, 2004).

#### **4.6 Enfermedades bacterianas.**

Las enfermedades se consideran como una de las principales causas de pérdidas de poblaciones de camarones de cultivo, debido a mortalidades masivas de curso agudo o crónico producidas por agentes bióticos o abióticos. Los camarones de cultivo con frecuencia se ven afectados por enfermedades que varían en cuanto a su severidad, patogénesis, agente etiológico y manejo o tratamiento de la afección (Cuéllar, 2002).

En el camarón en los últimos tiempos se presentan características asociadas a muchos factores físico-químicos y también a protozoarios, parásitos, bacterias y virus que están presentes en las zonas de cultivo. Por tal motivo se hace necesario la identificación de los causantes de tales patologías y la determinación

de la influencia de los patrones ambientales sobre el camarón. Las enfermedades de origen bacteriano representan una limitante importante para la camaronicultura que pueden llegar a demeritar la calidad de los productos y a disminuir la rentabilidad económica de los cultivos de camarón. El estudio de los daños que causan las bacterias en los organismos acuáticos es de gran importancia para establecer alternativas con el fin de prevenir y erradicar las enfermedades generadas por ellas (Barrientos, 2010).

Uno de los principales patógenos que se encuentran en este tipo de sistema son las bacterias pertenecientes al género *Vibrio*, registradas en casi todos los lugares donde se cultivan larvas (Lightner and Redman, 1998).

#### 4.6.1 *Vibrio*.

Este género es muy abundante y cosmopolita, por lo que prácticamente se les encuentra en cualquier agua y en los sedimentos empleados para cultivo. Este género está formado por aproximadamente 40 especies, caracterizadas por ser bacilos Gram negativos, móviles por flagelo polar, dan positiva en su mayoría la reacción de la oxidasa y requieren de diferentes concentraciones de sal para crecer adecuadamente.

<b>Reino</b>	<b>Bacteria</b>
Filo	Proteo Bacteria
Clase	Gammaproteobacteria
Orden	Vibrionales
Familia	Vibrionaceae
Género	<i>Vibrio</i>

Fuente:(Herrera, (2) 2012).

#### **Cuadro N° 2 Taxonomía del *Vibrio*.**

### **Vibrio parahaemolyticus.**

El *Vibrio parahaemolyticus* es un bacilo que reacciona negativamente a la tinción de Gram, es móvil y no presenta cápsula ni espora. Tolera la sal común por lo que se desarrolla en el agua del mar y puede crecer a pH 9 en medios ligeramente básicos. (Osawa y Arakawa, 2005).

### **Características principales de *Vibrio parahaemolyticus*.**

*Vibrio parahaemolyticus* es una bacteria de hábitat marino. Tiene como reservorios: sedimento, partículas suspendidas, plancton, pescados y mariscos (almejas, ostiones, camarón, calamar y cangrejo). *V. parahaemolyticus* se adhiere a las superficies de quirecpiente (componente estructural de algunos mariscos, como es el caso de la superficie del camarón), sobre ellas incrementa su concentración, ya que los nutrientes para su utilización se encuentran más disponibles.

Crece en condiciones de salinidad entre 3 a 8 S‰, móvil, con un tamaño de 1.4–2.6 µm de longitud por 0.5–0.8 µm de diámetro, Gram negativo, crece a temperatura entre 10°C–44°C con una óptima de crecimiento de 35°C–37°C, en cuanto al pH varía de 5 a 11 con intervalo óptimo de 7.5 a 8.6 y un tiempo de generación estimado en 10 a 12 minutos. Este microorganismo es anaerobio facultativo (tolera el oxígeno), con metabolismo oxidativos y fermentativo, produce catalasa que se encuentra en la mayoría de las bacterias aerobias y anaerobias facultativas que contienen citocromo (componente de la cadena respiratoria), crece en un intervalo de NaCl de 3,6 y 8 ‰; fermenta la glucosa sin producción de gas, fermenta manitol, pero no fermenta sacarosa, lactosa, inositol y ramosa, ureasa variable y su contenido de G + C, varía del 44% al 49%. (Osawa y, Arakawa, 2005).

### ***Vibrio alginolyticus*.**

*Vibrio alginolyticus*, conocido anteriormente como *Vibrio parahaemolyticus* biotipo II, es la especie más halotolerante, soporta una concentración del 10% de NaCl, y

la más abundante en el agua de mar, muy común en el hábitat marino y de países templados (Pérez et al, 1983).

### **Características de *Vibrio alginolyticus*.**

Es un bacilo corto curvo o recto, Gram negativo, quimiorganotrofico, móvil por flagelos peritricos y polares, presentando el fenómeno de Swarmin. Pertenece a la familia Vibrionacea y al género *Vibrio*, de este grupo *Vibrio alginolyticus* es el más halofílico de todos ya que es capaz de crecer en concentraciones de 3, 6, 8 y hasta 10% de NaCl. Se aísla con frecuencia de aguas costeras templadas y tropicales, especialmente cuando la temperatura del agua es superior a los 17°C. El reservorio de este microorganismo lo constituyen las aguas (principalmente las saladas) y los alimentos de origen marino o contaminados con agua de mar. Utiliza como fuente de carbono y energía la D- glucosa y como fuente de nitrógeno, sales biliares, produce ácido a partir de: glucosa, maltosa, manitol y sacarosa (Pérez, 1993).

En cuanto a su morfología colonial, se describe en base a su crecimiento en agar tiosulfato citrato sales biliares sacarosa (TCBS), como colonias de 2 a 4 mm de diámetro, de color amarillo, esto por la fermentación de la sacarosa presente en el medio, característica con la cual se clasifican como sacarosa positiva. Actualmente ya se han descrito varios factores de virulencia de *V. alginolyticus*, como; su habilidad de producir hemólisis y la presencia de proteasas.

#### **4.6.2 Vibriosis.**

Se puede definir como una enfermedad ocasionada por bacterias del género *Vibrio* en organismos acuáticos. Esto por consiguiente, también es válido para infecciones ocasionadas por este género en camarones, independientemente del estadio de desarrollo de éstos. Sin embargo, el rol de las bacterias en un estanque de camarón no solo debe ser enfocado desde el punto de vista de las enfermedades, pues estos microorganismos también cumplen un papel importante

en el reciclamiento de los nutrientes y la degradación del detritus en el estanque y contribuyen por lo tanto a mantener la calidad del agua. (González y Prado, 2003).

Las especies de *Vibrio* sp han sido reportadas como la causa de serias pérdidas económicas en la producción de camarón de cultivo en diversos países. La mortalidad de camarón originada por este grupo de bacterias puede variar desde rangos insignificantes hasta presentar mortalidades del 100%, afectando principalmente a las postlarvas y juveniles. Existen diversas especies y cepas de *Vibrio* que afectan al camarón, por ejemplo, *V. penaeicida*, *V. harvey*, *V. alginolyticus*, y *V. parahaemolyticus* entre otras. (Herrera, (2) 2012).

Las especies microbianas del género *Vibrio* son bacterias propias del agua y especialmente de ambientes marinos. En los estuarios, donde hay una mezcla de agua marina con agua dulce y dónde las condiciones de salinidad, temperatura o movimiento del agua, entre otros factores, son más homogéneas, pueden incluso ser los microorganismos predominantes. Su alta presencia determina que los alimentos más frecuentemente contaminados sean los productos de la pesca. (Herrera, (2) 2012).

### **Vibriosis en etapa de Postlarvas.**

Quizás el mayor impacto que ocasionan las bacterias es durante la fase de postlarvas por la cantidad de productos involucrados, sin embargo las bacterias son una de las enfermedades menos comprendidas en la camaronicultura. La vibriosis puede ser definida en la camaronicultura y el medio ambiente como una infección causada por bacterias del género vibrión. Prácticamente todas las especies de vibrión han sido encontradas en camarones con problemas, sino que debido a su carácter oportunista, proliferan cuando el camarón se encuentra debilitado.

Históricamente el *Vibrio parahaemolyticus*, el *V. alginolyticus*, *V. vulnificus* y *Photobacterium damsela* han causado problemas en estanques de engorde,

mientras que los *V. harveyi* y *V. splendidus* se reconocen como dominantes en el cultivo larvario.

Sin embargo muchas de estas especies han sido encontradas en la hemolinfa y hepatopáncreas de juveniles sanos de *Litopenaeus vannamei*.

Transmisión: Todos los estadios de vida están aparentemente expuestos a *Vibrio* sp. La vibriosis puede presentarse luego de una fuerte colonización de bacterias en la cutícula superficial del camarón, especialmente en heridas; por el consumo de un gran número de bacterias que pueden estar en el agua de cultivo, en el detritus orgánico, en tejidos de otros camarones o en partículas de alimento, principalmente en nauplios de artemia. (Herrera, (2) 2012).

#### 4.6.3 Enfermedades y signos clínicos.

**Camarón manchado (Brown spot disease):** Provoca infecciones en la cutícula, apéndices o branquias. Lesiones localizadas en tonos de café a negro, en los cuales la cutícula se encuentra erosionada. Involucra a otras bacterias oportunistas como *Aeromonas* sp., *Spirillum* sp y *Flavobacterium* sp. Si no es controlada se vuelve más grave dando lugar al desarrollo de “black splinter” o astilla negra que a su vez puede llegar a una Vibriosis sistémica.

**Black splinter (Astilla negra):** Forma crónica de vibriosis. El organismo presenta pequeñas lesiones localizadas en la cutícula que se infectan secundariamente con especies de *Vibrio* y se melanizan. La infección progresa hasta desarrollar áreas ennegrecidas en el tejido muscular. Esta forma de vibriosis parece más común en camarones adultos debido, probablemente, a que los camarones grandes son más propensos a herirse entre sí por disputas territoriales, sexuales o por alimentos.

**Vibriosis sistémica:** Esta enfermedad se considera una infección generalizada que involucra varios sitios como: cutícula, hepatopáncreas, órgano linfoide, glándula antenal, corazón, hemolinfa y músculo estriado. Los camarones presentan señales de severo estrés: opacidad en musculatura abdominal y

anorexia, expansión de cromatóforos y flexión ocasional del abdomen cerca del tercer segmento abdominal. Se les observa nadando erráticamente en la superficie y a orillas de los estanques. La coagulación de la hemolinfa es muy lenta y con apariencia turbia.

**Síndrome de la gaviota:** Esta es una manifestación más de vibriosis y su nombre proviene de la presencia de gaviotas que se alimentan de camarones moribundos que nadan en la superficie y en las orillas de los estanques. La bacteria más frecuentemente aislada de estos camarones es un *Vibrio* que produce colonias verdes en agar TCBS. Se asocia con algunos factores ambientales como alta temperatura, cambios en la salinidad y elevadas concentraciones de nitrógeno. También se han visto involucrados factores como: conteos inusualmente altos de bacterias en las tomas de agua, delicado estado de salud en los camarones debido a la presencia de virus y gregarinas y altos niveles de nutrientes en la entrada de agua con baja recirculación.

**Vibriosis luminiscentes:** *Vibrio Harvey* es la bacteria causal de la vibriosis luminiscente y, como en la mayoría de las bacteremias, constituye parte de la flora normal de las aguas costeras y lagunares. Se adhiere a las superficies de los crustáceos marinos o establece en el tracto digestivo al ser ingeridas. Los camarones en etapa juvenil son los más afectados. Este tipo de bacteria daña el hepatopáncreas invadiéndolo masivamente (Suarez, 2008).

#### **4.7 Mitigación de enfermedades en el cultivo del camarón.**

En el pasado, ante la aparición de cualquier síntoma o enfermedad, se recurría al uso descontrolado de agentes químicos como los antibióticos, cuyo espectro de acción es obviamente limitado para la prevención y control de enfermedades y además causan efectos adversos como la aparición de cepas bacterianas multiresistentes que incluso pueden afectar la salud del consumidor. De igual manera, debido al largo tiempo de vida media en el agua de algunos antibióticos

como la oxitetraciclina, los residuos generados en granjas de cultivo en algunos pueden modificar las comunidades microbianas de los ecosistemas próximos.

De acuerdo con estos indicios, es claro que los acuicultores necesitan evitar la aplicación innecesaria de antibióticos y entender la complejidad de la comunidad microbiana que está presente en el agua de cultivo e implementar la aplicación de bacterias benéficas para combatir a las patógenas. Considerando el resultado exitoso que han tenido el uso de bactericidas y probióticos en algunos experimentos científicos realizados en granjas de peces, camarones, y ostras, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura definió el desarrollo de estos tratamientos para mejorar la calidad del medio y organismos acuáticos (FAO, 1988).

#### **4.8 Bactericidas Inorgánicos**

Un bactericida es cualquier sustancia capaz de matar bacterias, generalmente por lisis de su pared. Puede tratarse de una sustancia química desinfectante o de un fármaco antibiótico. El poder bactericida de estas sustancias capaz de provocar la destrucción definitiva de la vitalidad de un microbio. Un efecto bactericida es aquel que produce la muerte a una bacteria provocando una reducción en la población bacteriana en el huésped o en el uso de sensibilidad microbiana.

Investigaciones recientes han desarrollado técnicas preventivas y terapéuticas para reducir o impedir enfermedades en los cultivos. Señalan que los problemas de enfermedades son ocasionados por el manejo inadecuado de los antibióticos en el tratamiento de ataques bacterianos. (Chamberlain y Gullian, 2001).

##### **4.8.1 Virkon.**

Es un desinfectante peroxigénico utilizado en programas de bioseguridad para control de enfermedades como de salud animal y acuicultura. Contiene peróxido como ingrediente activo el cual es desinfectante primario, sales inorgánicas, y sustancias orgánicas como el ácido sulfámico y el ácido málico.

### **Características.**

Desinfectante de amplio espectro (bactericida, mico bactericida, fungicida, esporicida, viricida) a base de un sistema de múltiples componentes que actúa sobre los microorganismos inactivando sus ácidos nucleicos. Biodegradable según requerimientos de EEUU. No incorpora sabores ni olores a los alimentos. Con indicador visual de actividad. Corto tiempo de actuación (5 a 10 minutos). Contiene un agente detergente que permite hacer limpieza y desinfección en un solo paso. No fija materia orgánica ni se inactiva en su presencia por su buen perfil ambiental y la pérdida de su actividad biosida en el medio ambiente es considerada relativamente rápida, no se espera persistencia al producto. Apto para uso en industria alimentaria, uso ambiental y uso en torres de refrigeración.

### **Composición.**

Triple sal inorgánica (monopersulfato potásico, sulfato hidrógeno potásico y sulfato potásico), ácidos sulfámico y málico, hexametáfosfato de sodio, dodecil-bencen-sulfonato sódico, cloruro sódico, color amaranto CEE 123 y perfume de cáscara de limón.

### **Tratamiento de preparación.**

1kg/Hectárea en dos aplicaciones de 500 g cada una, diluidos en 20 litros de agua para la siembra como solución madre. La primera dosis se aplica hasta llegar a medio nivel del estanque, los restantes 500 g al llegar al nivel completo; después del tratamiento, se procede a la fertilización, la siembra de las larvas en un medio libre de patógenos.

Tratamiento preventivo 300 g/Hectárea. Se aplica conforme al monitoreo de la actividad microbiana, no siendo necesario una reaplicación si los niveles se conservan bajo. En alimento 100 g por cada kg de alimento. Puede aplicarse sobre los pellets, fijándolo con melaza y 50 kg de alimento cubriéndolo con aceite de pescado balanceado. (Anónimo 2, 2009)

#### **4.9 Bactericidas Orgánicos (probiótico)**

Los probióticos son microorganismos vivos que se adicionan a un alimento o medio, permaneciendo activos en el intestino y ejerciendo importantes efectos fisiológicos. Ingeridos en cantidades suficientes tienen efectos muy beneficiosos, como contribuir al equilibrio de la flora bacteriana intestinal del huésped y potenciar el sistema inmunitario. Son capaces de atravesar el tubo digestivo y recuperarse vivos en las heces, pero también se adhieren a la mucosa intestinal. No son patógenos, excepto en casos en que se suministren a individuos inmuno deficientes. (Guilliland, 1999).

##### **4.9.1 Ajo (*Allium sativum*).**

Sin duda alguna, el mejor bactericida y antiviral natural. Contiene más de 20 componentes con propiedades antivirales y casi 40 componentes antibacteriano (Aliicina, ajoeno, ácido cafeico, ácido ascórbico, ácido cloro génico, quercitica, entre otros) (Agarwal, y Mukhtar, 1996).

De acuerdo a los efectos medicinales buscados, varía la forma en que deben ser ingeridos, ya que el ajo posee diferentes propiedades crudo o cocido. Cuando el ajo crudo es cortado o machacado, se produce la combinación de la aliina con la alinasa, lo que produce una sustancia denominada alicina. Ésta tiene varios efectos benéficos, en cambio si el ajo es cocinado, este compuesto se destruye. En el proceso de cocción se liberan compuestos diferentes, como la adenosina y el ajoeno. (Giacomo, 1960).

##### **Características del Ajo.**

Es procedente del mundo vegetal, capaz de inhibir el crecimiento de microorganismos o de eliminarlos. Está se diferencia de los sintéticos, es decir aquellos producidos por síntesis en el laboratorio, en las siguientes características:

- No tienen efecto secundario; en general, no producen reacción alérgica o sensibilidad. Y son capaces de respetar los microorganismos benéficos para el organismo, por ejemplo: aquellos que son necesarios en la flora intestinal.

- No resultan peligrosos por acumulación, son baratos y fáciles de conseguir.

#### **4.10 Diagnóstico de enfermedades bacterianas.**

##### **4.10.1 Medios de cultivo para crecimiento de bacterias.**

Los medios de cultivo se dividen de acuerdo a sus características en: general, selectivos y diferenciales.

##### **4.10.1.1 Generales.**

Permite el crecimiento de cualquier tipo de bacteria.

- Agar de Soya Trypticasa (TSA)
- Agar Marino o Zobell
- Agar Nutritivo

##### **4.10.1.2 Selectivos.**

Solo permiten crecer un tipo de bacterias, p. ej.: solo un género.

- Agar TCBS: Vibrio
- Agar Cetrimida: Pseudomonas
- Caldo Lactosado: Coliformes

##### **4.10.1.3 Diferenciales.**

Permiten distinguir entre dos o más bacterias por características coloniales.

- Agar TCBS: diferencia entre colonias verdes y amarillas de Vibrio.
- Agar Eosina Azul de Metileno: Coliforme y E. coli.

##### **4.10.4 TCBS.**

También es conocido como Agar Tiosulfato Citrato Bilis Sacarosa, o como Agar Selectivo para Vibrios. Es un medio selectivo para el aislamiento y cultivo de *Vibrio cholerae*, *Vibrio parahemolyticus* y otras especies de *Vibrio* a partir de heces, agua y alimentos contaminados.

### **Preparación del agar TCBS.**

- 1.- Se pesa la cantidad requerida de acuerdo al número de cajas que se deseaba elaborar, y se disolvió en agua destilada en un matraz.
- 2.- Se pone a calentar en un termoagitador hasta que hervía (dos veces); se dejaba enfriar hasta una temperatura de 45 °C.
- 3.- Se mide el pH el cual debía ser de  $8.6 \pm 0.2$
- 4.- Posteriormente se vacía en cajas de petri (aproximadamente 20 ml/caja de 90x10). Se esperaba a que gelificara y se metían a secar en un horno a 30°C durante 24 horas.()

### **Sembrado.**

Para el sembrado en TCBS se colecta una muestra de agua en tubos de ensayo tanto del testigo como de los tres tratamientos con sus repeticiones, luego con una haza de 0.01ml se siembran los platos, el haza se esteriliza previamente (introduciéndola y luego pasándola por un mechero) antes y después de haber sembrado cada plato Petri. Para cada repetición se utiliza un solo plato diario.

### **Conteo de bacterias.**

El conteo de bacteria se realiza un día después de la siembra, observando detalladamente cada plato Petri y contando las colonias amarillas (Alginolyticus) y verdes (Parahaemolyticus) de forma individual. Luego el número de colonias encontradas por plato Petri se multiplican por 1000 (1000 es la cantidad de micra que tiene 0.01ml), el resultado de esta multiplicación será la cantidad de UFC/1ml de agua (En caso de que la muestra sea sólida esta se medirá en gramos y la dilución a la que se preparó la siembra) (González, 2003).

Tipos de UFC en agar TCBS	(UFC/Postlarvas)	
	Verdes luminiscentes 100%	>103
Verdes > 50%	Grave	Serio
Verdes < 50%	Serio	Serio- elevado
Amarillas	Normal – elevado	Normal

Fuente: (Gómez, 2003).

### **Cuadro N°3 Rangos de UFC/Postlarvas.**

Hepatopáncreas – rangos (UFC/gr)		
Rangos	Vibrios	
	Amarillas	Verdes
Alto	90,000	<50,000
Medio	100-150,000	50,000
Bajo	>150,000	>100,000

Fuente: (Gómez, 2003).

### **Cuadro N°4 Rangos de UFC en hepatopáncreas.**

#### **4.11 Alimentación de los camarones.**

La alimentación es un factor decisivo para el desarrollo exitoso en cualquier cultivo de organismos acuáticos y pueden representar del 50-70% del costo total de producción, por lo que un óptimo aprovechamiento de la misma, permitirá elevar la eficiencia y evitar que se conviertan en fuente de contaminación (Tacón, 1995), la que va cobrando elevada relevancia en cuanto a la calidad y cantidad de alimento a adicionar en dependencia de la especie, edad, estado fisiológico y condiciones del cultivo entre otras.

En general las dietas disponibles comercialmente para la acuicultura contienen fuentes de proteínas y lípidos de origen animal, vegetal y carbohidratos, a las que les suplementa con vitaminas, minerales, preservante, atrayentes y colorantes entre otros, sin el embargo el incremento en precio de los alimentos exige la selección y evaluación de las mismas, para proporcionar características deseables al producto, tales como que sean nutricionalmente efectivos, buena estabilidad en el agua, atractibilidad y palatabilidad, que permitan tallas de buen valor comercial y mayores rendimientos, para hacer más rentable el cultivo de la especie, siendo éste el objetivo final. (Martínez (1) 2012).

#### **4.11.1 Nutrición general del camarón.**

El camarón presenta diferentes hábitos alimenticios durante su ciclo de vida. Como larva juvenil (Zoea) es planctónico, filtrando algas microscópicas y otros materiales suspendidos en el agua. Como larva adulta (Mysis) es mayormente depredadora consumiendo generalmente proteína animal como artemia. Luego de la metamorfosis a postlarva juvenil se vuelven carroñeros bentónicos, nutriéndose de una variedad de alimentos y siendo omnívoros el resto del ciclo. (Fox *et. al*, 1998).

#### **4.11.2 Alimento natural y artificial.**

No es necesario demostrar la importancia de la alimentación natural en el estanque sobre los camarones. En acuicultura especialmente en los sistemas extensivo y semi-intensivo se aprovecha mucho la productividad natural para bajar el costo de producción relacionado con el alimento artificial. Una parte del alimento natural en la aclimatación del camarón depende de la cantidad de la producción natural y de la biomasa en camarón. Sabemos que con biomasa baja tal como las que encontramos en el sistema extensivo no se necesita alimento artificial para mantener el crecimiento de los camarones; el alimento natural es suficiente en cantidad y en calidad. La biomasa máxima que puede ser obtenida depende de la disponibilidad en alimento, también en producción semi-intensiva e intensiva la

cantidad del alimento natural es rápidamente insuficiente para asegurar solo el crecimiento de los animales (FAO, 1988).

En el sistema semi-intensivo el alimento natural interviene como único alimento al inicio de la cría cuando la biomasa en el camarón es todavía baja y como complemento (aporte de vitaminas, ácidos grasos y amino ácidos esenciales etc.), cuando llegamos a biomasa más altas.

#### **4.11.3 Métodos de alimentación.**

El manejo inapropiado del alimento conlleva al deterioro de la calidad del agua y suelo con el desarrollo de enfermedades. Por esto, para manejar el alimento debemos conocer el medio acuático, tratando en todo momento de favorecer el desarrollo de alimento natural, manejar adecuadamente el agua y fondo del estanque, manipular y almacenar apropiadamente el alimento, y determinar que método de alimentación vamos a usar y con qué periodicidad se va a alimentar.

#### **Método de alimentación al boleo.**

Para realizarlo, es de suma importancia conocer cuál es la biomasa existente, por lo que hay que realizar muestreos poblacionales quincenales y de crecimiento semanal para conocer el peso promedio del camarón y con estos datos, guiarse por una tabla de alimentación ajustada a la realidad y trayectoria de producción de la camaronera (incluye datos de sobrevivencia estimada, el número de días que dura una ciclo de cultivo, productividad de cada estanque, estación del año, etc.).

Con la alimentación al boleo el alimento es ampliamente distribuido sobre el estanque y todos los camarones cultivados pueden alimentarse adecuadamente, evitando el estrés que se genera cuando compiten por entrar al comedero, acentuándose más cada vez que aumenta la biomasa. Para alimentar al boleo se debe tener en cuenta la profundidad del estanque, los canales interiores de drenaje, ubicación de “mesetas”; de esta manera se evitara bolear alimento en las partes someras (30-50 cm. de profundidad), donde no llegarán los camarones

durante el día debido al calentamiento del agua por los rayos solares. Se debe evitar regar alimento en partes donde se van a acumular desechos tóxicos, y sedimentos anaeróbicos como los canales o zanjas interiores.

El inapropiado suministro al boleo encarece el costo del ciclo, por los desperdicios o sobrante que quedan; además de llegar a ser un fertilizante orgánico caro o malograr los fondos. El método al boleo con tabla de alimentación se ve afectado por condiciones tales como: (a) diferencias estacionales en el ritmo de crecimiento (diferentes tasas de crecimiento en verano e invierno,); (b) variación de alimento natural entre estanques debido a la fertilización, profundidad del estanque, densidad de siembra, estación y a las tasas de recambio de agua; y (c) calidad de alimento (Boletín Nicovita, 1998).

#### **Método de alimentación con comederos.**

Con este método el alimento es colocado en mayor cantidad de la que demande el “consumo” del camarón y se realizan los ajustes de suministros y remanentes. El peso de alimento que se suministra es dividido en forma equitativa sobre el número de comederos que corresponden por hectárea. Esta “ración diaria” puede dividirse tanto en porcentajes y dosificaciones previamente estipuladas. Así por ejemplo, si se tiene que suministrar 20 Kg./Ha/día, se colocan 1,000 gr. De alimento en cada comedero, suponiendo que se utilizan 20 comederos por hectárea y si se realiza una dosificación al día, lo cual no es recomendable. Si la dosificación fuera dos veces al día (7:00 A.M. y 4:00 P.M.), se distribuye el 40% (8 Kg.) en la dosis de la mañana y 60% (12 Kg.) en la dosificación de la tarde.

El número de comederos colocados por hectárea oscila entre 10 a 20; pero en algunas empresas se colocan 30 ó más, debido a que los suministros diarios pueden llegar hasta más de 40 Kg./Ha (cuando se tienen densidades de 25 camarones/m<sup>2</sup> y peso promedio de 8 gr.). Para el cálculo de la cantidad de comederos debemos tener en cuenta que el área de cada uno es de 1 m<sup>2</sup>, y si ponemos 20, estamos cubriendo el 0.2% de una hectárea. El control y ajuste del

alimento se realiza todas las veces que se va a agregar alimento al comedero. Se debe capacitar al alimentador sobre como valorar los remanentes y poder hacer los ajustes necesarios basados en cantidades (cientos de gramos de alimento). Se ha observado en la práctica diaria de manejo del alimento mediante comederos, que cuando se dosifica una sola vez al día, el crecimiento en peso del camarón es más lento (prolongándose el número de días del ciclo de producción) y el F.C.A. es más alto ( $> 1.6$ ). Por el contrario, si la dosificación es 3-4 veces/día y el número de comederos es mayor de 30 por hectárea, el F.C.A. es  $< 1$ . Además, el crecimiento en peso es constante y se reduce el número de días de producción (Boletín Nicovita, 1998).

#### **4.12 Parámetros poblacionales.**

##### **4.12.1 Crecimiento acumulado.**

Representa el crecimiento ganado por todos los organismos, en otras palabras a través de la alimentación se obtiene energía y masa, lo que le permite aumentar tamaño y a la vez peso. El crecimiento acumulado se obtiene a través de los muestreos realizados semanalmente, obteniendo primeramente una muestra de la población de camarones sembrada en el estanque, para obtener el peso promedio de la población, dividiendo el peso obtenido de la muestra entre la cantidad de individuos muestreados. Conociendo el peso promedio de la población de camarones sembrados en el estanque podemos ajustarlo con una tabla de alimentación al suministro de alimentación del estanque. (Hernández, 2010).

Tomando en cuenta que el alimento es el adecuado y las condiciones ambientales controladas entre los intervalos óptimos de crecimiento normal, en sistemas semi-intensivos se espera que a los 35 días de cultivo los camarones tengan un peso acumulado de 2 gramos promedio. (Martínez, (1) 2012).

#### 4.12.2 Ritmo de crecimiento.

En sistemas con aireación el crecimiento esperado para etapas de postlarvas puede andar entre 0.55 a 0.8 gramos por semana, según la capacidad de carga del estanque. Para calcular el ritmo de crecimiento se procederá a hacerse muestreos poblacionales cada semana, en la cual se tomara el peso de las muestras. Para calcular el ritmo de crecimiento, para esto se utilizara la siguiente fórmula:

Ritmo de crecimiento= peso actual – peso anterior. (Herrera y Martínez, 2009).

#### 4.12.3 Tasa de crecimiento.

La tasa de crecimiento de las postlarvas son altas comparadas con camarones que tienen más de 25 semanas en crecimiento, es decir que la curva de tasa de crecimiento baja con el tiempo. Esto es demostrado en términos sencillos diciendo que la velocidad con que crecen las postlarvas es mayor que las que crecen los juveniles y estos a su vez son mayores a las que crecen los pre-adultos; la tasa de crecimiento esperada para camarones *Litopenaeus vannamei* a 35 días en etapa de post larva debe de ser -4 gramos. (Herrera y Martínez, 2009).

Para la tasa de incremento instantáneo se calculara con la siguiente fórmula:

$$T.C = (\% \text{ día}) = \frac{(\text{Log de peso final} - \text{Log peso inicial}) \times 100}{\text{Tiempo}}$$

#### 4.12.4 Cálculos de sobrevivencia.

En teoría se espera que con post larva de camarones producidas en laboratorio lo normal sea que haya un 85% de sobrevivencia al final del cultivo.

Para calcular la sobrevivencia se procederá a dividir el número de camarones que quedan al final entre el número de camarones sembrados multiplicado por cien, expresados en forma matemática:

$$Sv \% = \frac{N^{\circ} \text{ de camarones vivos}}{N^{\circ} \text{ de camarones sembrados}} \times 100$$

#### 4.12.5 Rendimiento productivo.

El rendimiento productivo se estima al final del ciclo productivo, no es más que la cantidad de libras de camarón cosechado, de ahí se calcula su talla y sobrevivencia. (Herrera y Martínez, 2009).

Para ello, se necesita calcular la población final que resulta de multiplicar el número de individuos existentes en una libra de camarón por la cantidad de libras cosechas, biomasa final que es el número de individuos cosechados por el peso promedio, sobrevivencia final que es la cantidad de individuos cosechados por 100 entre la población inicial. (Herrera y Martínez, 2009).

En estanques con sistema híper - intensivo se estima por cosecha 2000 a 6000 kilogramos por hectárea (Herrera (2) 2012).

#### 4.12.6 Factor de conversión alimenticia (FCA).

La comparación de la cantidad de alimento abastecido y el crecimiento del camarón permite que sea calculado la tasa o factor de conversión alimenticia (FCA). El FCA es una medida del peso del camarón producido por kg de alimento abastecido.

El FCA varía dependiendo de la densidad de siembra, calidad del alimento y tamaño del camarón cosechado. Mientras más bajo es el valor del FCA más eficiente el uso del alimento. Generalmente, valores de FCA menores de 1.5 a 2.5 son considerados buenos en cultivos intensivos e híper-intensivos. Valores altos de FCA pueden resultar alimento nutricionalmente deficientes, sobrealimentación, pobre calidad de agua o alta densidad en especies de cultivo de camarones (Martínez, (2) 2012).

También el FCA puede ser influenciado por otras razones tales como:

a) Mortalidad repentina del camarón durante la fase de cultivo, sin poder recuperar biomasa posteriormente.

b) Subalimentación del camarón, quizás debido a densidades mayores de lo programado y/o competencia de alimento por otros organismos (caracoles, peces, jaibas); que generalmente se presenta cuando se alimenta una sola vez al día con escaso número de comederos viéndose reflejado en el crecimiento lento del camarón.

c) Aporte de alimento suplementario junto con el balanceado y/o gran producción de alimento primario en el estanque.

d) Robo del camarón o pérdida del alimento antes de suministrarlo al estanque.

El factor de conversión alimenticia se calculara mediante la siguiente ecuación:

$$FCA = \frac{\text{Alimento añadido}}{\text{Incremento en peso}}$$

## V.- MATERIALES Y MÉTODO

### 5.1 Ubicación del experimento.

Este experimento se llevó a cabo en el Laboratorio de Investigaciones Marinas y acuícolas (LIMA) de la UNAN- León ubicado a 20 km del municipio de León (comunidad Las Peñitas) localizada en las coordenadas 496455 mE y 1367324 mN, se conecta a la ciudad por medio de una carretera pavimentada.

### 5.2 Diseño del dispositivo experimental.

El tamaño de la unidad experimental estuvo determinado por 6 recipientes plásticos (tinas). Para cada tratamiento se hicieron tres repeticiones y la capacidad de los recipientes fue de 200 litros. Se utilizó un recipiente de 400 litros el cual funcionó como reservorio secundario que abasteció de agua a los recipientes del experimento. La salida de agua se hizo utilizando manguerillas de  $\frac{1}{4}$  de pulgada de diámetro con sus respectivos mecanismos de regulación que nos permitió controlar el flujo de entrada y salida de agua.

El experimento consistió en comparar el crecimiento del camarón *Litopenaeus vannamei* con la utilización de dos tratamientos (Virkon vs Ajo) para el control de las enfermedades bacterianas.

#### 5.2.1 Toma de agua.

El agua que se utilizó en este experimento fue tomada del océano a 110 metros de área de estudio por medio de una bomba axial marca= STA-RITE, Modelo=JHHG-53HL de 5 HP con conexión para tuberías de 3 pulgadas de diámetro. El agua se almacenó en un reservorio de concreto dividido en dos pilas, teniendo ambas las siguientes dimensiones: 11.37 metros de largo, 4.3 metros de ancho y una altura de 1.72 metros con un volumen de 84 m<sup>3</sup>.

Desde el reservorio de concreto se impulsó el agua con una bomba sumergible Marca= Mody Sump PUMP modelo M100S/m serie SR#100894 de 1.3 HP a través de una red de tubería de PVC de dos pulgadas de diámetro (sistema de agua) hacia el reservorio secundario (tina de 400 litros) que a su vez abateció de agua a las tinas del experimento.

#### **5.2.2 Aireación.**

El aire fue tomado de un blower marca Marca= BALDOR Industrial Motors de 3 HP y transportado por medio de una tubería PVC de 1 pulgada de diámetro y manguerillas de ¼ de pulgada de diámetro a las cuales se les anexaron piedras difusoras en el extremo posterior, para distribuir la inyección de aire en el agua utilizada en el experimento.

#### **5.3 Tratamientos del agua y preparación de los equipos para la siembra.**

La preparación inició con la desinfección de los recipientes que fueron utilizados durante el proceso de aclimatación. Estos fueron expuestos a la luz del sol y posteriormente tallados con un cepillo utilizando una solución saturada de hipoclorito de sodio, permitiéndole mantener el cloro por una hora. Todos los otros accesorios incluyendo redes, y tuberías se desinfectaron con una solución de cloro, lavando posteriormente cada uno y dejándolos secar al sol. Una vez que las recipientes de aclimatación y el resto del equipo fueron preparados se hizo una revisión completa del sistema para cerciorarse que funcionara apropiadamente, además, tanto piedras aireadoras como mangueras para oxígeno debían estar limpias y en buenas condiciones.

#### **5.4 Aclimatación de la postlarva.**

##### **5.4.1 Recepción de Postlarvas.**

Al recibir la postlarva para la siembra se realizó una evaluación que consistió en:

- Prueba de nado (donde se observó la actividad natatoria de las postlarvas).
- Prueba de estrés
- Examen externo

#### **5.4.2 Aclimatación.**

Se procedió a medir los factores fisicoquímicos tanto del agua de donde se encontraban las postlarvas como la de los recipientes donde fueron sembradas, tomando en cuenta los mínimos márgenes de diferencia entre un agua y la otra. Se introdujeron los organismos en cubetas de 20 litros y se les agregó el agua de destino para su aclimatación. La duración de la aclimatación dependió del grado de diferencia que existía en los parámetros físicos y químicos de las dos aguas.

Se transfirieron las postlarvas a los 6 recipientes, todos con la misma densidad de siembra pero con la diferencia de que las aguas de tres recipientes fueron tratadas con Virkon y las otras 3 con Ajo.

#### **5.5 Siembra.**

El sistema de siembra utilizado fue intensivo con una densidad de siembra de 80 pls/ m<sup>2</sup>. La cantidad total de postlarvas que se utilizaron en este experimento fue de 186 debido a que se realizaron 3 repeticiones de cada tratamiento haciendo uso de 6 recipientes de 0.38 m<sup>2</sup>.

#### **5.6 Análisis bacteriológico.**

Se realizó un análisis bacteriológico el día de la siembra de los organismos procedentes del laboratorio, para comparar la carga bacteriana que tenían las postlarvas antes y después de aplicar los tratamientos (Virkon y Ajo). Se maceró completamente la postlarva debido a que esta era muy pequeña para extraer el hepatopáncreas. Los análisis bacteriológicos se realizaron cada 5 días durante el tiempo de experimentación.

##### **5.6.1 Preparación del agar TCBS.**

1.- Se pesó la cantidad requerida de acuerdo al número de cajas que se deseaba elaborar, y se disolvió en agua destilada en un matraz.

2.- Se puso a calentar en un termoagitador hasta que hervía (dos veces); se dejaba enfriar hasta una temperatura de 45 °C.

3.- Se medía el pH el cual debía ser de 8.6 ± 0.2

4.- Posteriormente se vaciaba en cajas de petri (aproximadamente 20 ml/caja de 90x10). Se esperaba a que gelificara y se metían a secar en un horno a 30°C durante 24 horas.

**Nota:** Este medio se esterilizó con agua hervida.

#### 5.6.2 Bacteriología en organismos.

Se tomaron las postlarva vivas y se colocaron en una bolsa estéril con agua del tanque (o estanque) y se transportaban hacia el laboratorio de análisis a una temperatura alrededor de los 24°C.

#### **Procedimiento de siembra en TCBS para postlarva.**

1.- Las postlarvas estaban vivas y siempre fueron medidas y pesadas de manera individual.

2.- Se tomó una larva con una pinza y se colocó en una malla de 150  $\mu$ , se comenzó el lavado que consistió en pasar sobre la larva un chorro de agua destilada estéril, alcohol al 70% y solución salina estéril al 2.5%. Este lavado se puede hacer ayudándose de una jeringa estéril.

3.- Se realizó una disección. Se extrajo el hepatopáncreas, se puso en un microtubo previamente tarado y se peso. Después se le agregaron 1000  $\mu$ l de solución salina y se maceró.

4.- Se homogenizo bien macerado y se colocó 100  $\mu$ l de éste en un tubo con 900  $\mu$ l de solución salina estéril. Se homogenizó la solución.

5.- Teniendo ya los pasos 3 y 4 se procedió a sembrar ambas muestras en diferentes cajas de petri. Se colocaron 100  $\mu$ l de cada muestra en agar TCBS a fin de obtener conteo de bacterias dentro de los rangos de 30-300 UFC.

6.- Ambas placas se incubaban a 30°C durante un periodo de 18 a 24 horas.

7.- Pasado el tiempo de incubación se procedía a realizar el conteo de colonias para establecer las Unidades Formadoras de Colonias por gramo (UFC/gr).

5.-Ambas placas se incubaron a 30°C durante un periodo de 18 a 24 horas.

6.-Pasado el tiempo de incubación se procedió a realizar el conteo de colonias para establecer las Unidades Formadoras de Colonias por gramo (UFC/gr).

## **5.7 Aplicación de los tratamientos.**

### **5.7.1 Virkon.**

Para garantizar un medio libre de agentes patogénicos el día de la siembra se aplicó Virkon al agua a razón de dos aplicaciones por cada repetición: Se diluyeron 28mg de Virkon en 1 litro de agua y se aplicó la primera dosis cuando el agua llegó a la mitad del recipiente, la otra mitad cuando la columna de agua alcanzó a llenar el recipiente. Para continuar con el experimento se aplicó Virkon en el alimento a razón de 100gr Virkon/kg de alimento fijándolo con melaza.

### **5.7.2 Ajo**

#### **Obtención y aplicación del bactericida.**

- Se lavó y se secó bien el Ajo.
- Se pesaba la cantidad de Ajo a utilizar, este se hacía en trocitos; se calculaba la cantidad de agua necesaria para la cocción.
- Se depositaron en un recipiente de aluminio y se ponía a coser durante 10 minutos a temperaturas de 100°C.
- Luego se dejaba enfriar durante 30 minutos y se aplicaba directamente a las aguas de los dispositivos.

Este tratamiento se aplicó a razón de 100 ml/1m<sup>3</sup> de agua cada 3 días.

## **5.8 Alimentación.**

El alimento se aplicó con el método de boleo, en 4 frecuencias diarias, distribuidas en las siguientes horas: 8:00 am, 10:00 am, 1:00 pm, 4:00 pm. La

ración total de alimento que se aplicó diariamente y la cantidad se calculó haciendo uso de una tabla de alimentación, comenzando con un porcentaje de peso del 70%. El alimento a utilizarse presentaba un 35% de contenido proteico.

### **5.9 Monitoreo Parámetros físicos y químicos.**

Para el monitoreo de los parámetros físicos-químicos se utilizó equipos adecuados de medición de oxígeno, temperatura, pH y salinidad tales como: Oxigenómetro, pHmetro, refractómetro. La medición de estos parámetros se hizo todos los días a las 7:00 a.m, 10:00 a.m, 1:00 p.m 4:00 p.m durante las 8 semanas que duró el experimento.

#### **5.9.1 Oxígeno disuelto y temperatura.**

Estos parámetros se midieron con un oxigenómetro marca YSI-404 el cual primero se calibraba introduciendo la salinidad del agua del recipiente, previamente medidos seguidamente se enjuagaba el electrodo con agua potable, luego se introducía este mismo hasta la parte media de la columna de agua y se esperaba entre 1 a 2 minutos para observar los resultados en la pantalla digital . La temperatura fue también medida con el mismo equipo; igual que el oxígeno se introducía el electrodo hasta la parte media de la columna de agua y se espera ente 1 a 2 minutos para observar los resultados.

#### **5.9.2 Salinidad.**

Se media con un refractómetro marca YSI-900 el cual se calibraba vertiendo agua dulce al prisma, luego usando un gotero se tomaba la muestra de agua de los recipiente en donde crecían los camarones y se colocaba en el prisma del equipo de medición.

#### **5.9.3 pH.**

Para medir este parámetro se utilizó un pHmetro digital portatil PXIII amarillo marca TKR, modelo 340-TKR-000 el cual se calibrara con soluciones buffer para obtener un ph neutro (7.0).

## 5.10 Parámetros poblacionales.

### 5.10.1 Crecimiento acumulado.

Para calcular el crecimiento acumulado se pesaban los camarones cada 5 días para conocer cuanto aumentaban en biomasa (gr). Para observar el incremento en el crecimiento del organismo se pesaban 15 camarones de cada tratamiento (5 camarones por cada repetición) por medio de una balanza gramera marca Scout Pro OHAIO con capacidad de 200 gramos. Para esto se extrajeron los camarones con la ayuda de un chayo y se colocaban en un recipiente con capacidad de 20 litros de agua, luego de obtener el peso individual de cada camarón se sumaban los resultados y se dividía entre 15 (numero de camarones capturados).

### 5.10.2 Ritmo de crecimiento.

Para estimar el ritmo de crecimiento se capturaban 15 camarones cada 5 días y pesaban individualmente; se calculaba haciendo uso de la siguiente fórmula:

$$\text{Ritmo de crecimiento} = \text{peso actual} - \text{peso anterior}$$

### 5.10.3 Tasa de crecimiento.

Es la velocidad con que crece el camarón en función del tiempo, se supone que el camarón crece más rápido en el primer mes de ser tratado en óptimas condiciones en una pila de engorde.

$$\text{T.C} = (\% \text{día}) = \frac{(\log \text{ de peso final} - \log \text{ de peso inicial})}{\text{Tiempo}} \times 100$$

### 5.10.4 Sobrevivencia.

Para calcular la sobrevivencia se divide el número de camarones que resultan al final del ciclo productivo entre el número de camarones sembrados y se multiplica por 100, expresados en forma matemática:

$$\text{Sv}\% = \frac{\text{No de camarones vivos}}{\text{No de camarones sembrados}} \times 100$$

#### 5.10.5 Rendimiento productivo.

Este parámetro se calculó multiplicando la población por el peso promedio de los organismos entre el área. Se expresa como lb/ha (usualmente esto se realiza al final de la cosecha).

Esto se calculará utilizando la siguiente fórmula:

(Población\* peso esperado \*10,000 m<sup>2</sup>) / 454. (Herrera y Martínez, 2009).

#### 5.10.6 Factor de conversión alimenticia (F.C.A).

El factor de conversión alimenticia se determinó cada 5 días, este consiste en la división del alimento acumulado, suministrado entre la biomasa acumulada en el recipiente de esa semana.

Para ello, se llevará un control del alimento suministrado, la ganancia de la biomasa semanal, que se expresa como libras acumuladas por semana actual menos la biomasa acumulada de la semana anterior, determinado a partir del muestreo de crecimiento en peso y de la población (Martínez, (1) 2012).

$$FCA = \frac{\text{Alimento suministrado}}{\text{Biomasa total (libras)}}$$

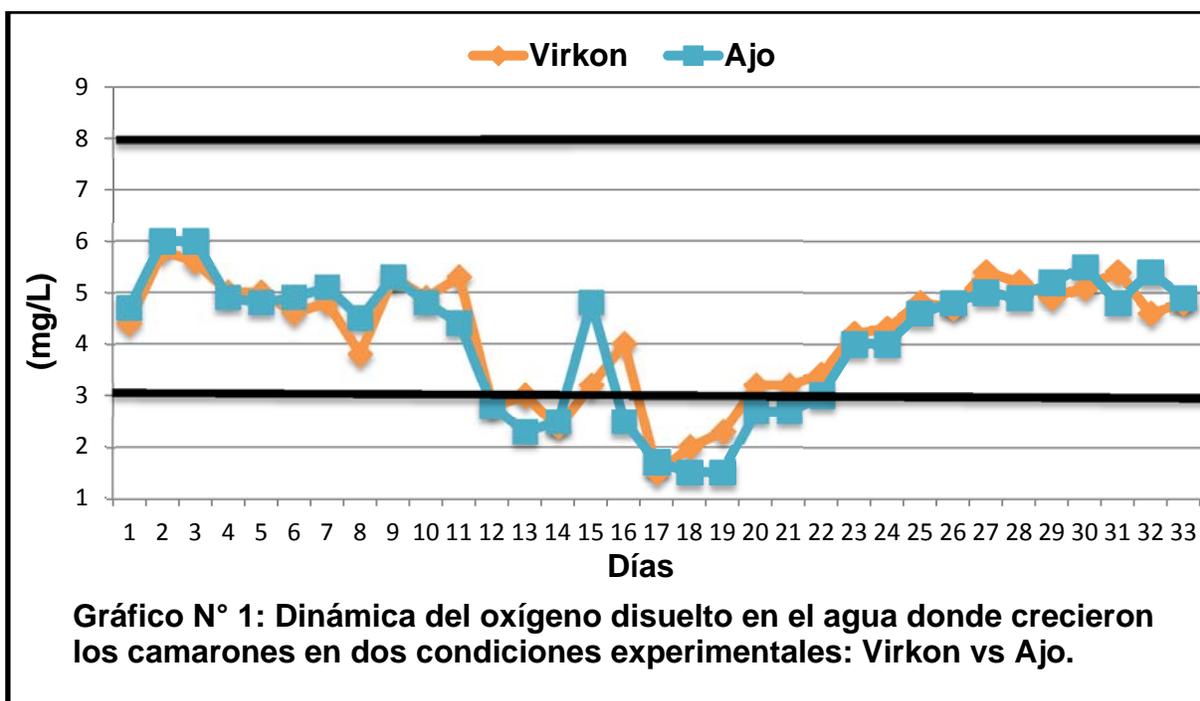
## VI.-RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1 Oxígeno disuelto.

La gráfica N° 1 refleja que los valores de oxígeno disuelto variaron en ambos tratamientos resultando que el punto máximo para el tratamiento con Virkon se obtuvo el día 2 del ciclo con una concentración de 5.8 mg/L y el punto mínimo se obtuvo el día 17 con una concentración de 1.5 mg/L; mientras que para el tratamiento con Ajo el punto máximo se da los días 2 y 3 con concentraciones de 6 mg/L y los días 18 y 19 fueron los puntos mínimos con concentraciones de 1.5 mg/L.

Según Herrera, 2012 para Nicaragua en las producciones acuícolas, está comprobado que los intervalos mínimos de 3 mg/L y un máximo de 8 mg/L de O.D son aceptables y no afecta el crecimiento de los organismos.

La gráfica N°1 que muestra los valores obtenidos de OD en ambos tratamientos durante el experimento, refleja que estos se encontraron dentro de los intervalos óptimos mencionados por el autor por tanto deducimos que este factor no influyo sobre el crecimiento de los camarones.

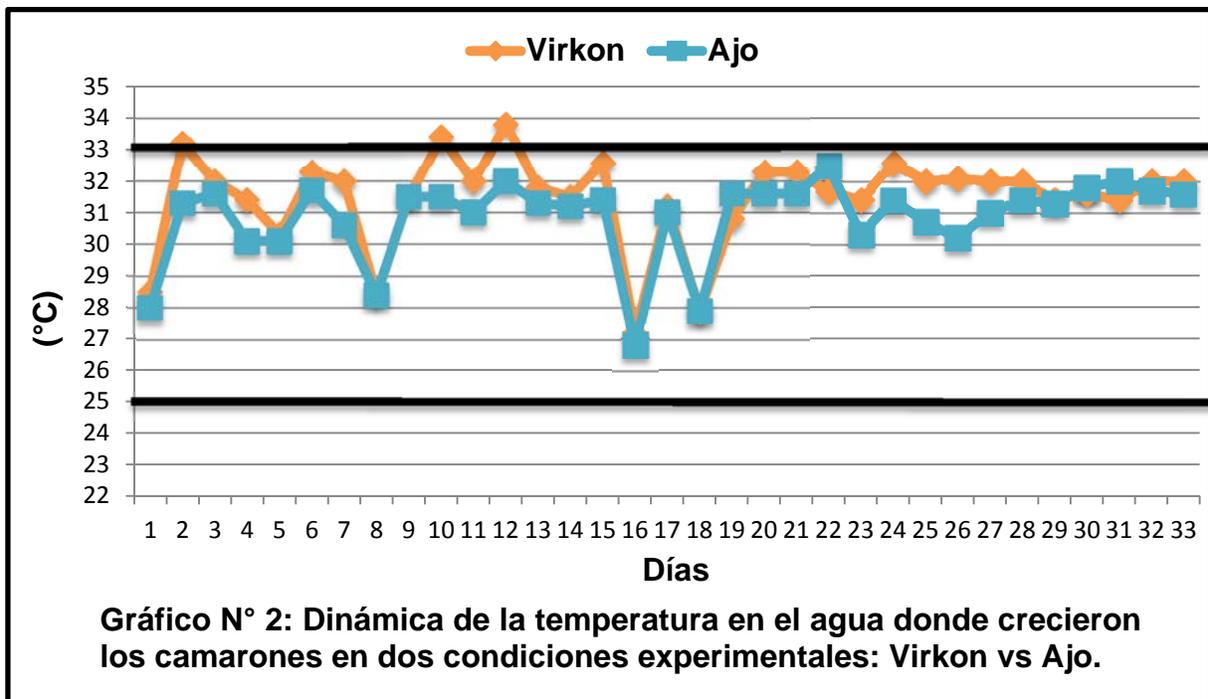


## 6.2 Temperatura.

La gráfica N° 2 refleja que los valores de temperaturas variaron en ambos tratamientos (Virkon vs Ajo) resultando que el punto máximo para el tratamiento con Virkon se tuvo el día 12 del ciclo donde la temperatura subió hasta 33.8 °C y el punto mínimo fue de 28.4 °C correspondiente al día 16; Mientras que el tratamiento con Ajo presenta su punto máximo el día 22 con un valor de 32.5 °C y el punto mínimo se muestra el día 16 con un valor de 26.8 °C.

Según, Herrera 2012 para Nicaragua en las producciones acuícolas, está evidenciado que los valores óptimo para el crecimiento de los camarones Litopenaeus vannamei fluctúa entre los 25-33 °C.

La gráfica N°2 muestra que los valores obtenidos de temperatura en ambos tratamientos durante el experimento, se encuentran dentro de los intervalos óptimos mencionados por el autor y decimos que este factor no afecto en el crecimiento del camarón.

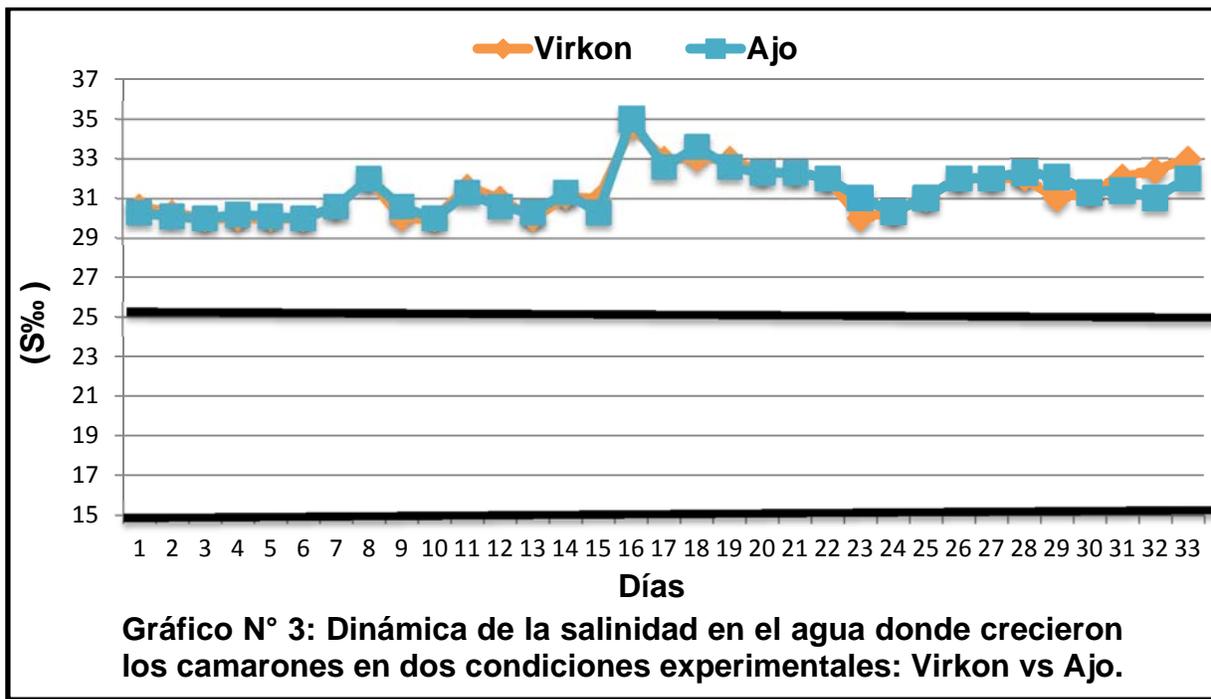


### 6.3 Salinidad.

La gráfica N° 3 refleja los valores de salinidad y como estos variaron durante el experimento; notando que el punto máximo para el tratamiento con Virkon se presenta el día 16 con un valor de 34.6 S‰ y el punto mínimo se obtuvo los días 9, 13 y 23 con un valor de 30 S‰, en cuanto al tratamiento con Ajo su punto máximo se obtuvo el día 16 con una concentración de 35 S‰ y su punto mínimo se tuvo los días 3, 6 y 10 del ciclo con 30 S‰.

Según Martínez (2) 2012, los intervalos de tolerancia de la salinidad para los camarones es muy amplia y pueden sobrevivir de 0 ppm hasta 60 S‰, los organismos que soportan amplias fluctuaciones de salinidad se conocen como eurihalinos, sin embargo, el intervalo de crecimiento óptimo es de un promedio de 15 a 25 S‰ para juveniles.

La gráfica N° 3 muestra que los valores de salinidad obtenidos durante el experimento no están dentro de los intervalos óptimos para el crecimiento del camarón, pero si dentro del rango de tolerancia; deducimos que este factor pudo afectar el crecimiento del camarón.

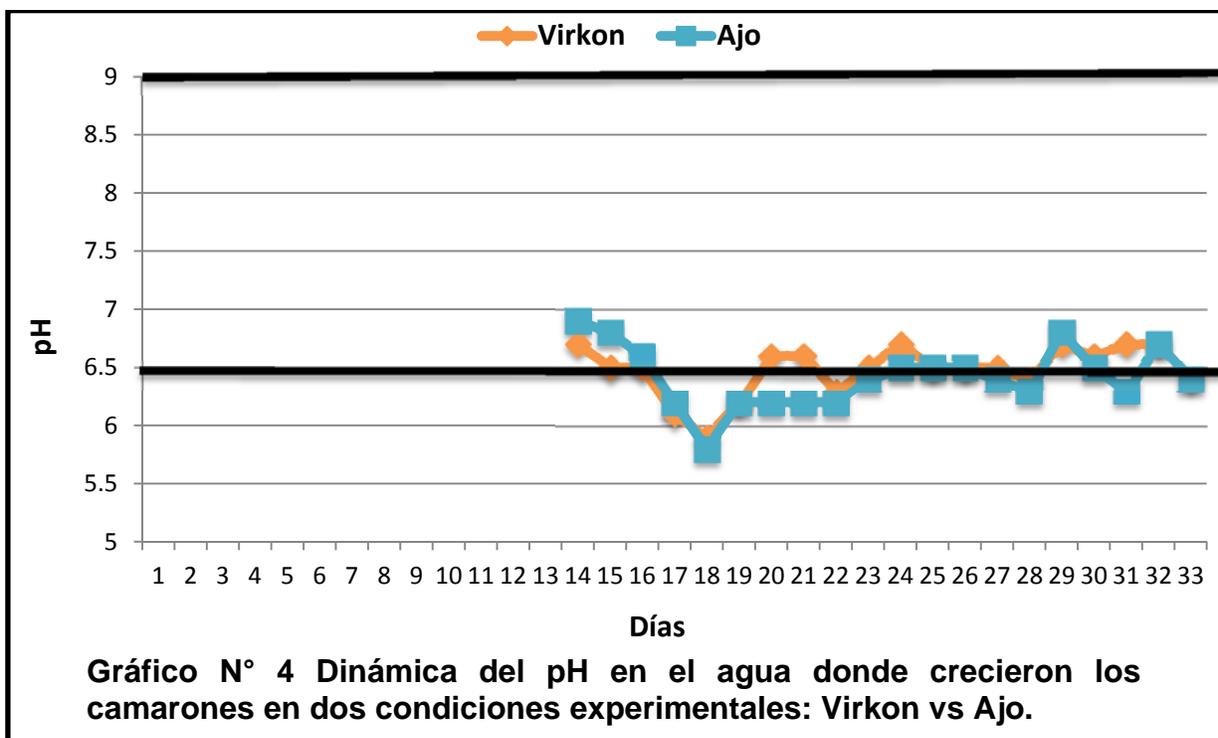


#### 6.4 pH.

La gráfica N° 4 muestra los valores de pH obtenidos durante el experimento resultando que para el tratamiento con Virkon su valor máximo se obtuvo los días 1 y 11 con un valor de 6.7 y el punto mínimo el día 5 con un valor de 5.9 y para el tratamiento con Ajo su punto máximo se presenta el día 1 con 6.9 y el punto mínimo el día 5 con un valor de 5.8.

Según Martínez 2012, el intervalo óptimo para el crecimiento del camarón, fluctúa de 6.5- 9.

La gráfica N° 4 refleja que los valores obtenidos durante el experimento no estuvieron dentro de los rangos óptimos por los que deducimos que esto afectó considerablemente en el crecimiento del camarón.

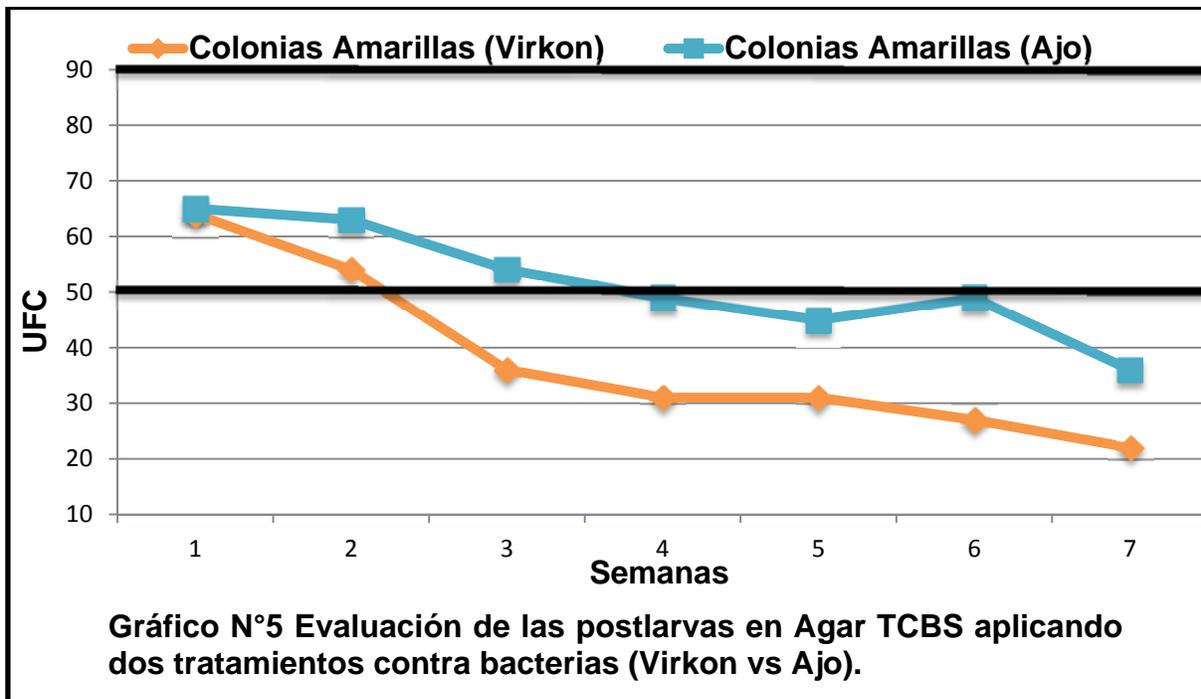


### 6.5 Resultados de las UFC amarillas.

La grafica N° 5 refleja la dinámica de las UFC amarillas durante el experimento en los dos tratamientos (Virkon vs Ajo), obteniendo al final los siguientes valores: 22 UFC para los camarones tratados con Virkon y 36 UFC para los camarones tratados con Ajo.

Según González y Prado, 2003, los niveles de UFC (Unidades Formadoras de Colonias) óptimos son de 50 a 90 UFC por gramo de peso en postlarvas.

Las UFC amarillas siempre estuvieron dentro de los niveles citados por el autor pero conforme se aplicaban los tratamientos en el transcurso del experimento estos niveles fueron disminuyendo, notándose que para el tratamiento con Virkon las cantidades de UFC amarillas fue menor que con tratamiento Ajo.

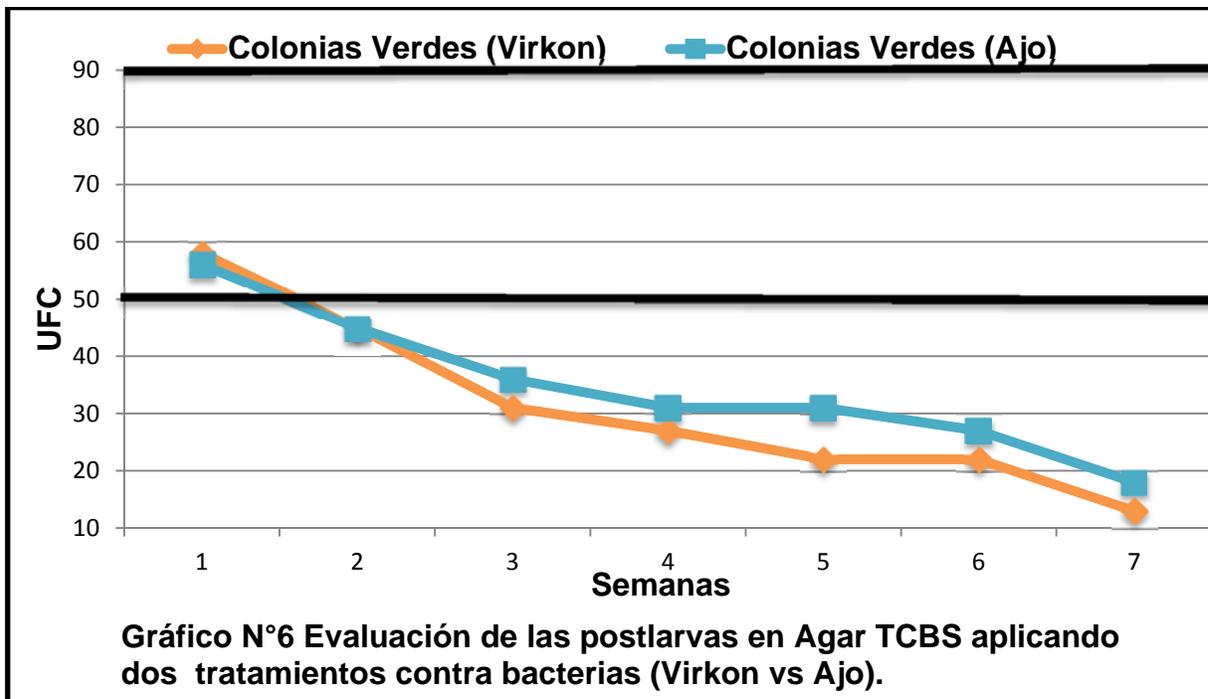


## 6.6 Resultados de las UFC verdes.

La grafica N° 11 refleja la dinámica de las UFC verdes durante el experimento en los dos tratamientos (Virkon vs Ajo), obteniendo al final los siguientes valores: 13 UFC para los camarones tratados con Virkon y 18 UFC para los camarones tratados con Ajo.

Según González y Prado, 2003, los niveles de UFC (Unidades Formadoras de Colonias) óptimos son de 50 a 90 UFC por gramo de peso.

Las UFC verdes siempre estuvieron dentro de los niveles citados por el autor pero conforme se aplicaban los tratamientos en el transcurso del experimento estos niveles fueron disminuyendo notándose que para el tratamiento con Virkon las cantidades de UFC verdes fue menor que con tratamiento Ajo.

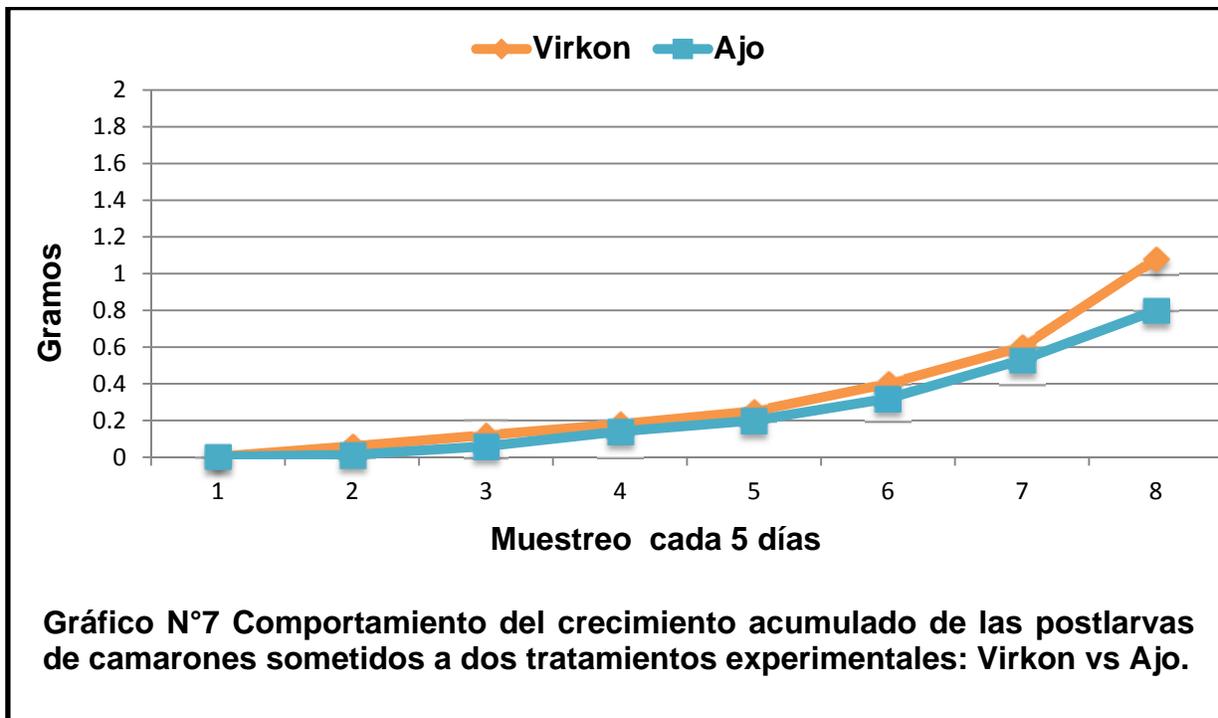


### 6.7 Crecimiento acumulado.

El crecimiento acumulado en los camarones, objeto de estudio presentó pequeñas diferencias numéricas entre ambos tratamientos durante el experimento. Las postlarvas que crecieron en aguas donde se aplicó Virkon alcanzaron 1.08 gramos/33 días, mientras que los camarones que crecieron en aguas donde se aplicó ajo crecieron hasta 0.8 gramos/33 días.

Martínez (2) (2012), señala que los camarones en su etapa de postlarvas se esperan que alcancen al menos 2 gramos/35 días.

Se observó que el crecimiento del camarón fue extremadamente inferior ya que si se comparan los resultados de crecimiento acumulado con los que menciona el autor la diferencia es significativa

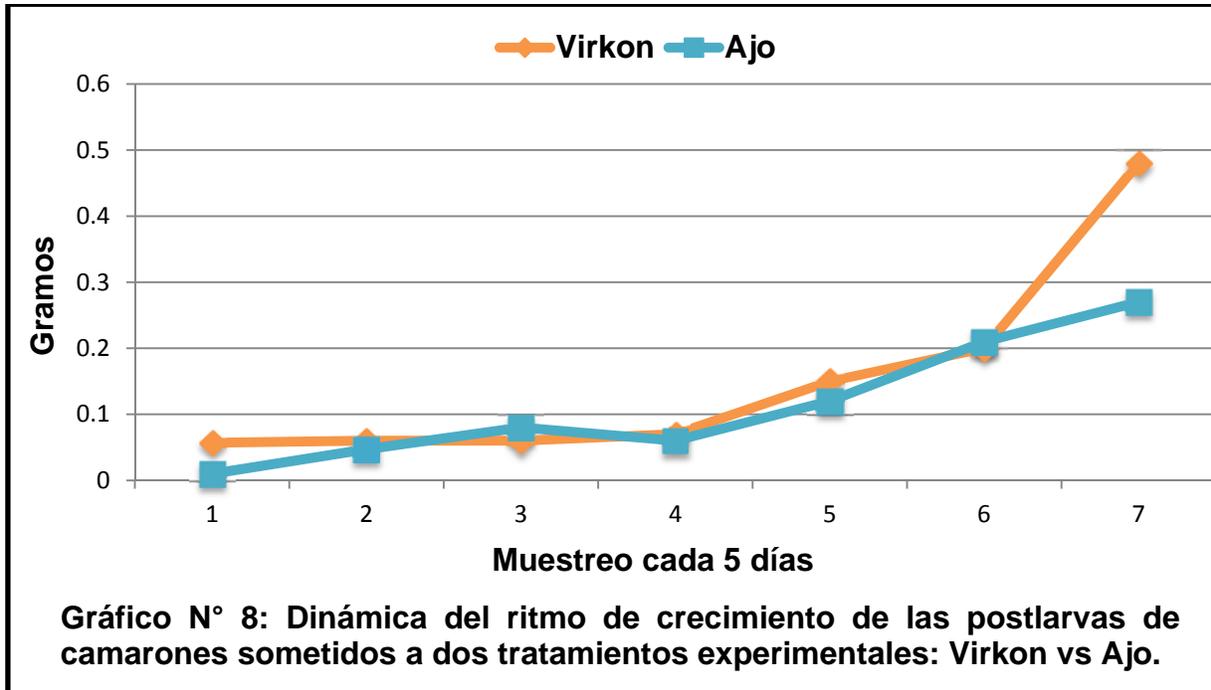


### 6.8 Ritmo de crecimiento.

En la gráfica N° 8 nos muestra los ritmos de crecimientos observados durante el experimento. En la primeras 6 semanas de experimentación el ritmo de crecimiento de las postlarvas osciló entre 0.01 a 0.21 gramos/muestra para ambos tratamientos, pero en la semana 7 el dispositivo tratado con Virkon aumento su ritmo de crecimiento a 0.48 gramos/muestra y el dispositivo tratado con Ajo aumentó a 0.27 gramos/muestra.

Según Martínez (2) (2012) en los camarones en un sistema de producción con aeración su ritmo de crecimiento esperado oscila entre 0.55 a 0.80 gramos por semana.

Con respecto a lo que dice el autor fue notable el crecimiento lento de los camarones en ambas condiciones del experimento, hubieron varios factores desencadenantes en el crecimiento que pudieron haber influido como el oxígeno, alimentación y el pH.

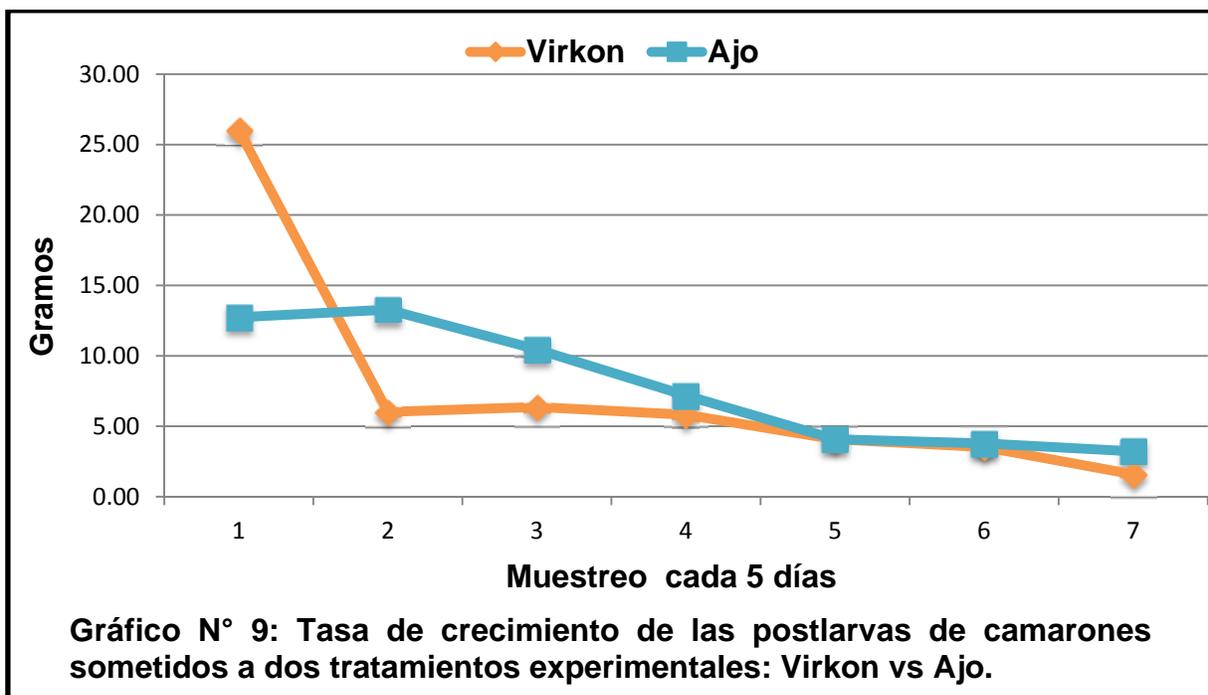


### 6.9 Tasa de crecimiento.

Los organismos con mejor tasa de crecimiento fueron los camarones tratados con Virkon con 1.58 gramos, a diferencia de los camarones que fueron tratados con Ajo obteniendo una tasa de crecimiento de 3.22 gramos.

Según Martínez (2) 2012, la tasa de crecimiento esperada en postlarva es de - 4 gramos, lo que nos demuestra que a menor edad, mayor es la velocidad del crecimiento.

La gráfica N° 9 muestra la dinámica de la tasa de crecimiento que representa la velocidad de crecimiento en relación al tiempo (edad). Se observa que la tasa de crecimiento de la postlarvas tuvo tendencia a disminuir conforme pasaron los días pero los valores finales no están dentro del umbral óptimo correspondiente a su edad.

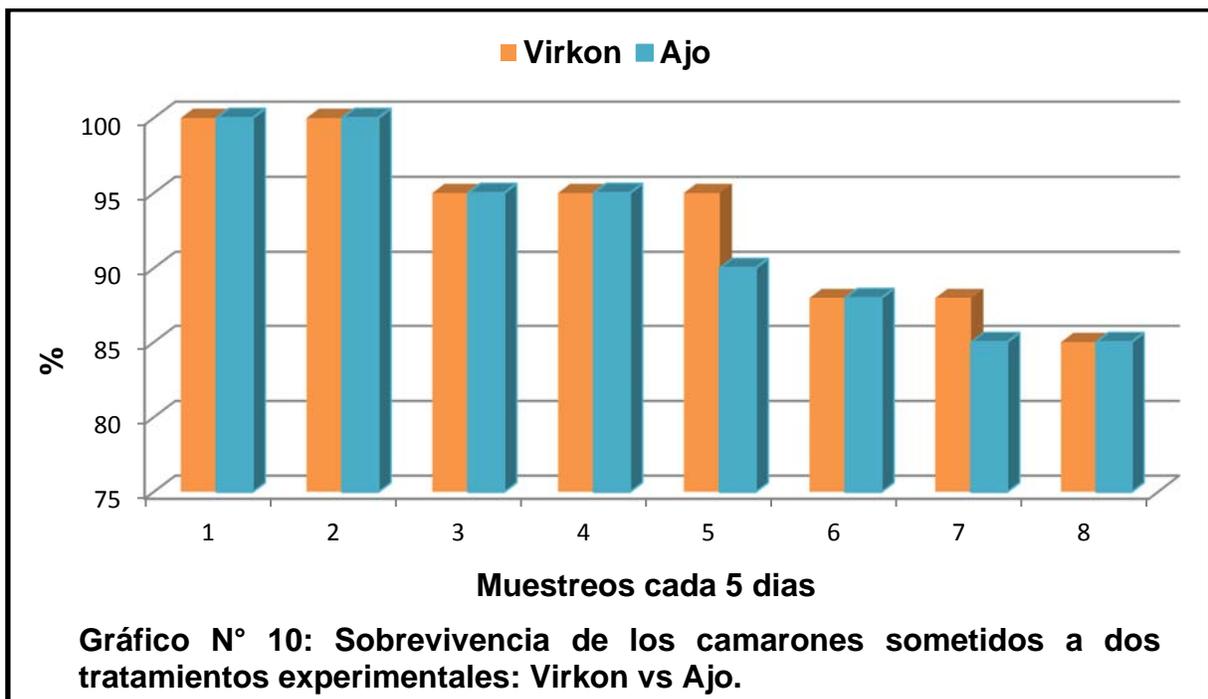


### 6.10 Supervivencia.

La supervivencia obtenida al final del experimento se puede observar que fue de 85% para ambos tratamientos.

Según Herrera y Martínez, (2009) se espera que con postlarvas de camarones producidas en laboratorio lo normal sea que haya un 85% de supervivencia al final del cultivo.

Puede decirse que la supervivencia obtenida al final del experimento fue buena ya que está fue semejante a la que cita la bibliografía.

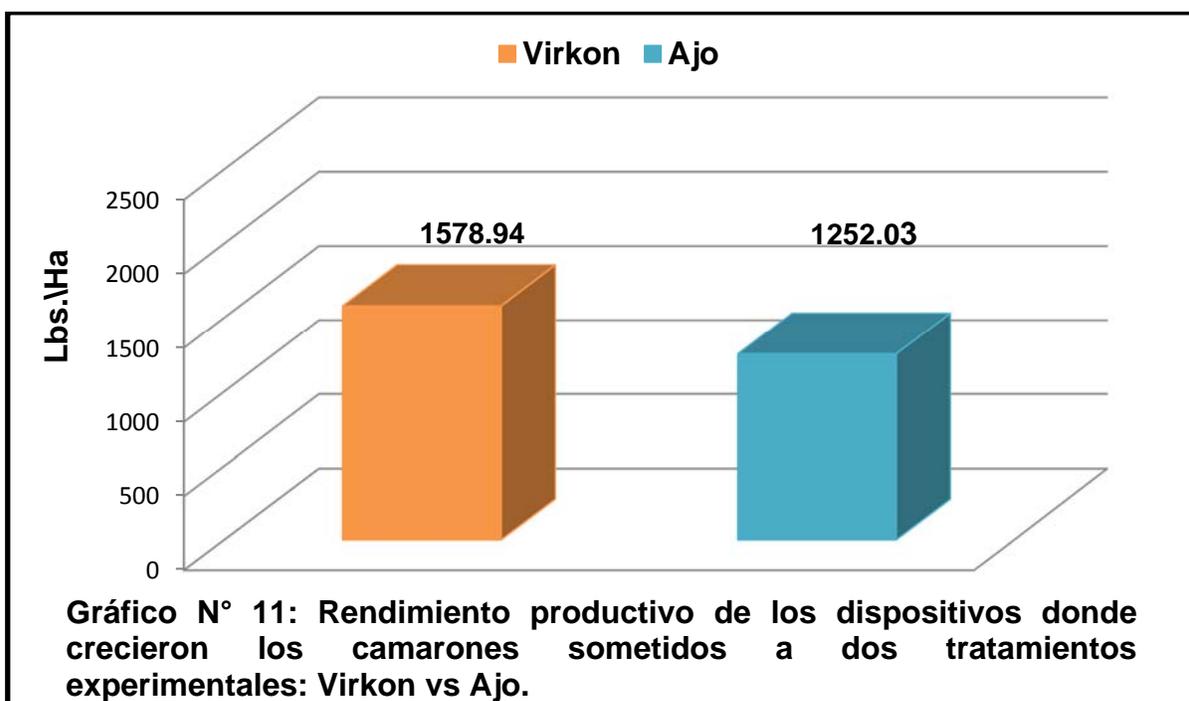


### 6.11 Rendimiento productivo.

La gráfica N° 11 muestra la cosecha en libras de camarón obtenidas al final de experimento, resultando que: En los recipientes tratados con Virkon (80 ind/m<sup>2</sup>) se cosecharon 1578.94 libras/ha, con un peso final de 1.08 gr; para los recipientes tratados con Ajo, (80 ind/m<sup>2</sup>) se cosecharon 1252.03 libras/ha, con un peso final de 0.8 gr.

Según Herrera 2012 en estanques con sistema intensivo se estima por cosecha 2000 a 2500 kilogramos por hectárea.

Se observa que el rendimiento productivo fue mayor en el dispositivo con tratamiento Virkon que con tratamiento Ajo. Sin embargo estos valores no están dentro de los intervalos citados por el autor. Cabe recalcar que el experimento no tuvo la misma duración de un ciclo productivo en una granja camaronera.

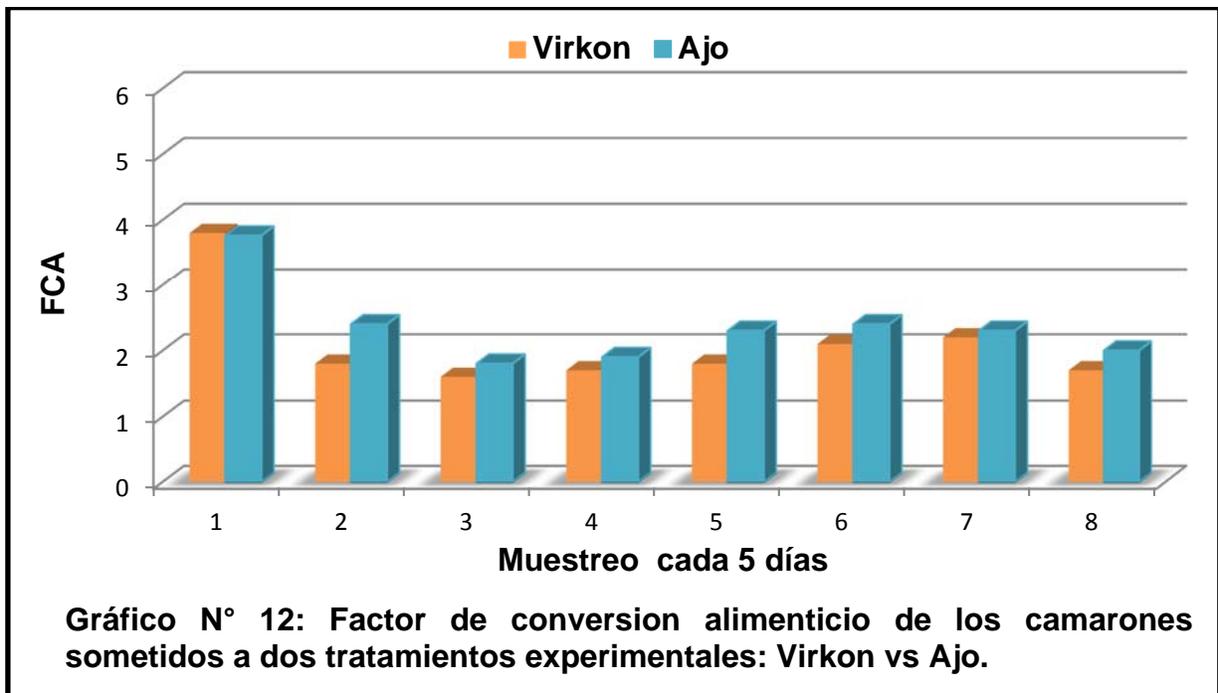


### 6.12 FCA.

La gráfica N°12 muestra los valores obtenidos de FCA, resultando para el experimento con Virkon 1.7 FCA y para el experimento con Ajo 2 FCA.

Como indica Martínez, (2) 2012 mientras más bajo el valor del FCA más eficiente el uso del alimento. Generalmente, valores de FCA menores de 1.5 a 2.5 son considerados buenos en cultivos intensivos e hiper-intensivos. Valores altos de FCA pueden resultar alimento nutricionalmente deficientes, sobrealimentación, pobre calidad de agua o alta densidad en especies de cultivo de camarones.

Estos valores de FCA son bajos con respecto a la referencia, esto posiblemente a que se disminuyó a la mitad la ración de alimento durante 3 semanas de las 8 que duró el experimento.



## VII.- CONCLUSIONES

1.- Los intervalos de oxígeno disuelto oscilaron entre 1.5 y 5.8 mg/L, la temperatura 28.4°C y 33.8°C, la salinidad, 26.8 a 33.5 S‰, así mismo el pH de 5.9 a 6.7 para el dispositivo tratado con Virkon y 1.5 y 6 de oxígeno disuelto 25.9 a 29.3 °C de temperatura y salinidad de 30 a 35 S‰, con un pH de 5.8 a 6.9 para el dispositivo tratado con Ajo.

2.- Evaluación del Vibrio en aguas experimentales, en agar TCBS al final del experimento: de 64 a 22 UFC amarillas y 58 a 13 UFC verdes para el experimento con Virkon; para los dispositivos tratados con Ajo, 65 a 36 UFC amarillas y 56 a 18 UFC verdes.

3.- Para el dispositivo tratado con Virkon el crecimiento acumulado vario entre 0.003 a 1.08 gramos; el ritmo de crecimiento 0.057 a 0.48 gramos, con una Tasa de Crecimiento Acumulado de 1.58 gramos. Para el dispositivo tratado con Ajo; un crecimiento acumulado de 0.003 a 0.8, el ritmo de crecimiento de 0.01 a 0.27 gramos, y Tasa de Crecimiento Acumulado 3.22 gramos.

4.-Para ambos dispositivos experimentales obtuvimos: Sobrevivencia 85% y Factor de Conversión Alimenticia de 1.7 FCA en experimento con Virkon y 2 FCA en experimento con Ajo; en los recipientes con Virkon (80 ind/m<sup>2</sup>) se cosecharon 1578.84 libras/ha, para los recipientes tratados con Ajo, (80 ind/m<sup>2</sup>) se cosecharon 1252.03 libras/ha.

Podemos concluir de manera general que las postlarva de camarón Litopenaeus vannamei tuvieron un mayor crecimiento, en las aguas tratadas con Virkon a diferencia de las postlarva que su agua de cultivo fue tratada con Ajo, de esta manera rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alternativa demostrando que si existe diferencia significativa y numérica entre el uso de Virkon versus uso de Ajo en el tratamiento de bacterias verdes y amarillas que afectan a las postlarvas de Litopenaeus vannamei.

## VIII.- RECOMENDACIONES

A los productores, técnicos o Ingenieros de granjas de producción de camarones se recomienda:

- Tratar de mantener durante el ciclo productivo los niveles óptimos de los factores físicos y químicos para que el camarón alcance el crecimiento esperado.
- Hacer uso del bactericida Virkon en cantidades adecuadas para que el camarón crezca en un medio controlado de patógenos y así aumentar el rendimiento productivo.
- Hacer uso correcto de la tabla de alimentación, lo que mejorara la calidad del agua de cultivo y evitara pérdidas económicas por compras innecesarias de este insumo.
- Realizar análisis bacteriológicos para cada 5 días para monitorear y controlar las cantidades de UFC en los camarones.
- Mantener siempre la calidad del agua en óptimas condiciones para que el camarón se desarrolle adecuadamente.
- Tener un laboratorio equipado para la realización de análisis bacteriológicos y así poder atacar con anticipación toda enfermedad que pueda afectar el cultivo.

## IX.- LITERATURA CITADA

**Agarwal, R. and Mukhtar. 1996**, Cancer chemoprevention by polyphenols in Green Tea and Artichoke. In: Dietary Phytochemicals in Gancer prevention and treatment. Adv. Experim. Med. Biol. New York. USA. 401 pp.35.

**Anónimo 2004-2007**. Guatemala. Informe de la pesca y la acuicultura en Guatemala, pp.85.

**Anónimo 2, 2009**. Bayer de México, S.A. de C.V. Sanidad Animal Animales Productivos/Bioseguridad. México D.F, México Vol. 4. pp.76.

**Barreto, Martínez, Herrera, 2012**. Manual de Infraestructura Acuícola. Departamento de Acuicultura. UNAN-León. Nicaragua. pp.11

**Barroco, A.M., Perazzolo, L.M. y R.D Rosa 2008**. Inmunología del camarón pp. 171-224. En: Morales, V. Y J. Cuéllar-Anjel (eds). 2008. Guía técnica- patología e inmunología de camarones Peneidos. Programa CYTED Red II-D *Vannamei*, Panamá. pp. 258.

**Barrientos, J. 2010**. Crecimiento Bacteriano en el intestino del langostino *Litopenaeus Vannamei*. Tesis para obtener el título en Ingeniería Pesquera. Facultad de Ingeniería Pesquera. Universidad de Perú. Lima, Perú. pp. 12-23.

**Boletin Nicovita, 1998**. Métodos de alimentación. Volumen 3. Ejemplar 05.Lima, Perú pp. 3.

Disponible en:

[http://www.alicorp.com.pe/ohs\\_images/nicovita/boletines/alimento/bole\\_9805\\_01.pdf](http://www.alicorp.com.pe/ohs_images/nicovita/boletines/alimento/bole_9805_01.pdf)

**Boyd, 2004.** Efectos del peso y la temperatura sobre organismos acuícolas  
Volumen 10, Numero 1, 2006. Barcelona, España pp 89.

**Boschi, E.E. 1980.** Biología de los crustáceos cultivables en América Latina.  
Instituto de Biología Marina Mar del Plata, Argentina. Deposito de documentos de  
la FAO. La acuicultura en América Latina. Documentos de reseña. Argentina pp.8-  
23.

**Carvajal, A.M 1999.** Valores hematológicos del camarón blanco *Litopenaeus*  
*vannamei* bajo condiciones de laboratorio en relación con la costa de origen,  
estadio de muda, peso y sexo. Tesis de grado. Corporación Universitaria de  
ciencias aplicadas y ambientales “UDCA”. Santa fé de Bogotá. Colombia. pp. 65

**Cuéllar- Anjel, J., L.F. Aranguren, J.A. Brock y R.F. Bador. 1998.** Manual para  
el diagnostico de las principales enfermedades en camarones penaeidos  
cultivados en Colombia. Corporación centro de investigación de la acuicultura de  
Colombia – CENIACUA, Cartagena de Indias, Colombia. pp. 135.

**Cuellar-Anjel, J. 2002.** Técnicas para el diagnóstico de enfermedades en  
Camarones. Memorias del 4to Congreso Panameño de Medicina Veterinaria. Los  
Santos. Panamá. pp.3 - 4.

**Cuellar-Angel J. Lara C. Morales V. De Gracia A. García O. 2010.** Manual de  
Buenas prácticas de Manejo para el cultivo del camarón blanco *Penaeus*  
*vannamei*. Panama. pp.63.

**Chamberlain y Gullian, 2001.** Feed additives. The Advocate. Texas A&M  
University, College Station, Texas, USA. 4: pp.61-65.

**Escoto, R. 1993.** Anotaciones sobre la Biología de los Camarones Peneidos,  
Proyecto NORAD NIC. 001, Centro de Investigaciones de Recursos

Hidrológicos. Managua, Nicaragua pp. 16.

**FAO, 1988.** Consultoría del cultivo del camarón. Departamento de pesca. Cuba. pp.138.

Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/field/003/AC397S/AC397S00.htm>

**Fox J. Treece G. Sanches D. 1998.** Métodos para mejorar la camaronicultura. Nutrición y manejo del alimento. Texas A&M University, Corpus Christi, Texas USA. pp. 1

**Fragoso M y Auró A. 2004.** Zootecnia de organismos acuícolas, unidad 9. México pp. 3

**Giacomo N. 1960.** Enciclopedia Botánica Motta. Volume primo, Milano, Federico Motta Editore, Millan, Italia. pp. 76.

**Gómez B, 2003.** Técnicas de bacteriología, Análisis en fresco, Calidad de agua y buenas prácticas de manejo y bioseguridad en granjas camaroneras. CESASIN. Mazatlán México. pp. 89-92.

**Gonzales J. 2003.** Técnicas de Bacteriología, Análisis en Fresco, Calidad de Agua y Buenas Prácticas de Manejo y Bioseguridad en Granjas Camaroneras. Mariculturas del pacífico. Mazatlán, México. pp. 10

**Guilliland SE. 1999.** Fermented milks and probiotics. En: Applied Dairy Microbiology (Marth EH y Steele JL, eds.). Maarcel Dekker, Inc., New York, USA. pp. 195-212.

**Hernández C, 2010.** Efecto de dos dietas comerciales (zeigler-Aquaxel), sobre el crecimiento de camarones *litopenaus vannamei* en etapa de postlarvas. UNAN-Leon, Nicaragua. pp. 4 -11.

**Herrera C. y Martínez E. 2009.** Guía para el componente curricular CAMARONICULTURA de la Carrera de Ingeniería Acuícola, UNAN-León. Nicaragua. pp. 12-14.

**Herrera C, 2012 (1).** Factores Físicos y Químicos del agua de los estanques camaroneros Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua León Facultad de Ciencias y Tecnología Departamento de Biología, Carrera de Ingeniería Acuícola. Nicaragua. pp. 26-31.

**Herrera C. 2012. (2).** Guía de camaronicultura. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua León Facultad de Ciencias y Tecnología Departamento de Biología, Carrera de Ingeniería Acuícola. Nicaragua. pp. 7-12.

**Johansson, M., W.P. Keyser, K. Srintunyalucksana y K. SöderHäll. 2000.** Crustacean haemocytes and haematopoiesis. Aquaculture. Texas, USA. 191, pp. 45 - 52.

**Le Moullac, G., M Le Groumellec, D. Ansquer, S. Froissard, P. Levy y Aquacop. 1997.** Haematological and phenoloxidase activity changes in the shrimp *Penaeus Stylirostris* in relation with the moult cycle: protection against vibriosis. Fish & Shellfish Immunology, New York, USA pp. 227- 284.

**Lee, P. & Lawrence, A. 1997.** Digestibility. In Crustacean Nutrition. Abramo, L. (edi). World Aquaculture Society, Louisiana,USA. pp. 194-260.

**Lightner, D. and Redman, P. 1998.** Shrimp diseases and current diagnostic methods, Aquaculture, 164.Ecuador. pp. 201 - 220.

**Martínez, E, Lin F. 1994.** Manual para el cultivo de Camarones Marinos del Genero *Peneus*. Autoridad Noriega para el Desarrollo Internacional (NORAD). UNAN-LEON.Nicaragua.pp. 24 – 34.

**Martínez, E. 1998.** Comunicación Personal. Director Estación Biológica Marina. Comunicación Personal. Director. Centro de investigación del camarón de la Universidad Centroamericana. León, Nicaragua. pp.23.

**Martínez E. Año 2012. (1).** Crecimiento y Desarrollo. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua León. Facultad de Ciencias y Tecnología Carrera de Ingeniería Acuícola.Nicaragua. pp. 17-22.

**Martínez, E. Año 2012. (2).** Crecimiento de camarones Marinos *Litopenaeus vannamei* en estanques de concreto. Laboratorio de investigación Marino Acuícola (LIMA) UNAN-León. León, Nicaragua. pp.5

**Mendoza Vargas, F.E. 2007.** Efecto de fucoidan incorporado en dietas para camarones sobre la sobrevivencia del camarón blanco *Litopenaeus vannamei* infectado con el síndrome de la mancha blanca (WSSV). Tesis de grado. Universidad ESPO. Facultad de Ingeniería en Acuicultura. Guayaquil.pp.Ecuador pp. 148.

**Muñoz,M., V. Cedeño, J. Rodríguez, W.P. Van Der Knaap, E. Mialhe y E. Bachere. 2000.** Measurement of reactive oxygen intermediate production in haemocytes of the penaid shrimp, *Penaeus vannamei*. *Aquaculture* 191. pp. 89 - 107.

**Osawa R, Arakawa E, 2005.** Identification of *Vibrio parahaemolyticus* Pandemic Group-Specific DNA Sequence by Genomic Subtraction. *J. Clin. Microbial.* 43. pp. 3533 – 3536.

**Pérez E, Urbieto M, Gasser L, Fernández F. 1983.** *Vibrio alginolyticus*. Estudio comparativo entre cepas de procedencia humana y aislada del medio ambiente. *Clin; 1:* pp.102-106.

**Pérez, M. 1993.** El Cultivo del Camarón en el Istmo Centroamericano, Temas de Acuicultura. N ° 2- 3. Managua. Nicaragua. pp. 4.

**Piedrahita R. 2003.** Reducing the potencia environmental impact of tank aquaculture effluents through intensification and recirculation. *Aquaculture*; 226: pp. 35-44.

**Rodríguez, G. M. y Maldonado, C. J. 1996.** La acuicultura en México, bases conceptuales y principios. Dirección de educación en ciencia y tecnología del mar. Oceanología. Mexico. pp 7 - 26.

**Santamaría, L. García, E. 1991.** Parámetros importantes en la Calidad de Aguas del Cultivo de Organismos Acuáticos en Estanques de agua salobre. Manual Técnico. Dirección Nacional de Extensión Agropecuaria. Panamá. pp. 5- 89.

**Söderhall, K. y L Crenius. 1992.** Crustacean Immunity. *Annual Rev. on Fish Diseases*. pp.3-23.

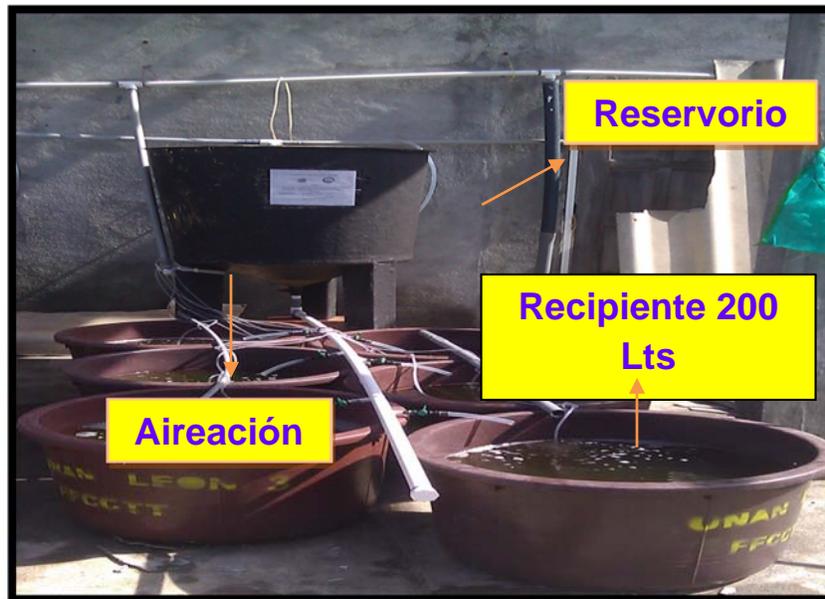
**Suarez. C. 2008.** Cuantificación y caracterización de bacterias de hemolinfa de camarones *Litopenaeus vannamei*. Pontificia Universidad Javeriana, facultad de ciencias. Carrera de microbiología industrial. Bogotá, Colombia pp.18-33.

**Tacon. A. – 1995.** Ictiopatología nutricional: signos morfológicos de la carencia y toxicidad de los nutrientes. Ecuador pp. 77

**Vergara, F. 1999.** Inmunoestimulación de hemocitos de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* para la producción de sustancias microbicidas: análisis del anión superóxido. Tesis de grado. Universidad de la Salle. Santa Fe de Bogotá. Colombia. pp.96

**Villamil L y Martinez M (2009),** Investigación en cultivos y organismos acuaticos, Universidad de Bogota, Colombia pp. 1

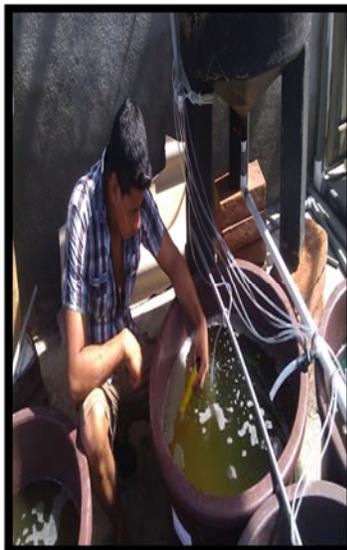
X.- ANEXOS  
Dispositivo experimental



Monitoreo de los parámetros físicos-químicos



Oxígeno y temperatura



pH



Salinidad

## Aplicación de los tratamientos



## Análisis Bacteriológico



## Muestras poblacionales

