

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua  
UNAN-León

Facultad de Ciencias y Tecnología  
Departamento de Biología  
Carrera de Ingeniería Acuícola



TESIS PREVIO PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
INGENIERO ACUÍCOLA

**Tema:**

Crecimiento de camarones juveniles *Litopenaeus vannamei* en  
aguas fertilizadas con Ferti-Lake versus fertilizante experimental.

**Presentado por:**

Br. Carlos Azael Zelaya Rivera  
Br. Odalis Marisol Real Paredes

**Tutora:**

M.Sc Claudia Herrera Sirias

León, marzo de 2013

"A la libertad por la Universidad"

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco infinitamente a Dios por haberme dado salud para lograr culminar este trabajo y por haber puesto en mi camino a todas aquellas personas que siempre me apoyaron.

Agradezco a mi tutora M.Sc. Claudia Herrera, al Dr. Evenor Martínez y M.Sc. Claudia Jovel por todo el tiempo que dedicaron para la culminación de este trabajo.

A todas aquellas personas que influyeron de cualquier manera en toda mi carrera y en mi vida.

Br. Odalis Marisol Real Paredes

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar te agradezco a ti Dios, por ayudarme a terminar esta tesis, gracias por darme la fuerza y el coraje para hacer este sueño realidad, por estar conmigo en cada momento de mi vida. Por cada regalo que me has dado y que inmerecidamente he recibido, inclusive fueron más allá de mis expectativas, pero antes de ser un profesional, quiero ser siempre tu hijo, ya que es el mayor privilegio que podemos tener, más valioso que todos los títulos de la tierra. Gracias por haberme iluminado y guiado durante este tiempo en la universidad, porque sin ti no hubiera salido adelante en los momentos difíciles, que sin duda no tengo palabras para agradecer lo mucho que me has dado.

A mis padres Jaime Zelaya y María Rivera por su apoyo incondicional en medio de las adversidades, escucharme y darme sabios consejos en los momentos precisos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido una persona de bien, pero más que nada gracias por su amor y confianza.

A mis tíos Santos Méndez y Ana Zelaya, también son mis padres, gracias por aceptarme aún con lo complicado que soy, soportar mi carácter, para mí son un ejemplo de perseverancia, su contribución a mi formación es innumerable, me siento muy agradecido por guiarme por los buenos senderos de la vida, y su aporte para ser mejor persona cada día.

A todos los docentes de la carrera de Ingeniería Acuícola, principalmente a mi tutora de tesis M.Sc Claudia Herrera, coordinador de carrera Dr. Evenor Martínez y M.Sc Claudia Jovel, por su enorme e incondicional ayuda para la realización de tesis, sin duda, ellos y demás docentes brindaron sus conocimientos para que hoy pueda ser un profesional de amplio discernimiento.

A mis compañeros de clases, mis sinceros agradecimientos a quienes aportaron en este estudio, en especial a Edwin, Exar, Janina, Eva y principalmente a mi compañera de tesis Odalis Real por tolerarme y comprenderme en cada momento de realización de la tesis y ser ayuda eficiente para este estudio, y a los demás gracias por la confianza que me han dado y por las ocasiones que han estado pendientes de mí, los estimo y aprecio mucho.

Familiares, amistades, docentes y colegas que de una u otra manera me ofrecieron su servicio moral, espiritual y económico, a todos ustedes mi gratitud.

Br. Carlos Azael Zelaya Rivera

## **DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado en primer lugar a mi madre Rosa Félida García y a mi padre Freddy José Real, por apoyarme en todo y confiar en mí, a mi tío Alberto Paredes quien es como si fuera mi padre, sin ellos no lo hubiera podido lograr.

A mis amigos y compañeros de trabajo Janina, Jennifer, Yaris, Luis Pichardo, Luis Sánchez, Carlos Zelaya y a todos mis compañeros de clase que me brindaron su amistad.

A todos los profesores, por enseñarme los conocimientos esenciales para que pudiera coronar mi carrera y hacer mi sueño realidad.

Br. Odalis Marisol Real Paredes

## DEDICATORIA

El triunfo de este estudio es para ti Dios, tú mereces el honor y la gloria. Por haberme dado la oportunidad de lograr mis objetivos de ser un profesional, además de su infinito amor y bondad.

A mis padres Jaime Zelaya y María Rivera, mis tíos Santos Méndez y Ana Zelaya, les dedico este trabajo por brindarme su inmenso amor, intuición y sobre todo tenerme mucha comprensión y paciencia durante estos años de mi vida y quienes han sido una pieza clave en mi desarrollo profesional. Mil gracias porque siempre han estado a mi lado sin condiciones, sus lecciones, motivaciones, principios, firmeza constante, ofrecerme su mano desinteresada e infundirme a ser lo que soy en la vida.

A los docentes que me impartieron clases, ir más allá de enseñarme números y letras, transmitirme experiencias inolvidables, regañarme y ser rígidos conmigo cuando no hice las cosas bien.

A mis compañeros de clases por acompañarme en el recorrido de mi vida universitaria y aconsejarme en momentos tristes, por convivir juntos, sin duda, quedan grabados en los recuerdos de mi vida.

A los productores de granjas camaroneras en cooperativas y empresas privadas, así también a investigadores que eligen este estudio para enriquecer sus conocimientos y mejorar sus aprendizajes.

Br. Carlos Azael Zelaya Rivera

## ÍNDICE

<b>I.INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>- 1 -</b>
<b>II.OBJETIVOS.....</b>	<b>- 3 -</b>
2.1 Objetivo General:.....	- 3 -
2.2 Objetivos Específicos:.....	- 3 -
<b>III.LITERATURA REVISADA.....</b>	<b>- 4 -</b>
3.1Ciclo biológico del camarón .....	- 4 -
3.2 Clasificación taxonómica de las especies de camarón .....	- 5 -
3.3 Sistemas de Producción del camarón.....	- 5 -
3.4 Manejo del cultivo del camarón.....	- 8 -
3.4.1 Calidad de agua .....	- 9 -
3.4.1.1 Factores Físico-químicos.....	- 9 -
3.4.1.1.1 Temperatura.....	- 9 -
3.4.1.1.2 pH.....	- 11 -
3.4.1.1.3 Salinidad .....	- 13 -
3.4.1.1.4 Turbidez .....	- 15 -
3.4.1.2 Fertilización.....	- 16 -
3.4.1.2.2 Métodos de fertilización.....	- 19 -
3.4.1.2.3 Dosis de fertilización .....	- 20 -
3.4.1.2.4 Fertilizantes .....	- 22 -
Fertilizante comercial:.....	- 22 -
Principales ingredientes para la elaboración del fertilizante experimental: .....	- 22 -
3.4.1.3 Crecimiento algal .....	- 28 -
3.4.1.3.1 Requerimientos de Nutrientes .....	- 29 -
3.4.1.3.2 Nutrientes Limitantes .....	- 30 -
3.4.1.3.3 Curva de crecimiento algal.....	- 30 -
3.4.1.3.4 Variaciones en composición de poblaciones .....	- 32 -

3.4.1.3.5 Caracterización del Fitoplancton en los estanques.....	- 35 -
3.4.1.4 Alimento y alimentación .....	- 36 -
3.4.1.4.1 Importancia del alimento .....	- 36 -
3.4.1.4.2 Métodos de alimentación .....	- 36 -
3.4.1.4.3 Factor de conversión alimenticia (F.C.A).....	- 39 -
3.4.1.4.4 Fisiología alimenticia de los camarones .....	- 40 -
3.4.1.5 Variables que influyen en que el camarón no se alimente.....	- 41 -
3.4.1.5.1 Muda.....	- 41 -
3.5 Muestreos.....	- 43 -
3.5.1 Muestreo Biológico.....	- 43 -
3.5.2 Muestreo de crecimiento.....	- 44 -
3.5.2.1 Ritmo de crecimiento.....	- 44 -
3.5.2.2. Tasa de crecimiento .....	- 45 -
3.5.3 Muestreo poblacional y sobrevivencia:.....	- 45 -
3.5.4 Rendimiento Productivo .....	- 46 -

#### **IV.MATERIALES Y MÉTODOS ..... - 47 -**

4.1 Área de estudio:.....	- 47 -
4.2 Dispositivo experimental.....	- 47 -
4.3 Diseño experimental .....	- 47 -
4.4 Fertilización: .....	- 48 -
4.5 Toma de Factores físico químicos:.....	- 49 -
4.5.1 Temperatura (T°C) .....	- 49 -
4.5.2 pH:.....	- 49 -
4.5.3 Salinidad (%) .....	- 50 -
4.5.4 Transparencia:.....	- 50 -
4.6 Conteo e Identificación de Fitoplancton.....	- 50 -
4.7 Aplicación del alimento:.....	- 50 -

4.8 Estudios poblacionales: .....	- 51 -
4.8.1 Factor de Conversión Alimenticia (F.C.A): .....	- 51 -
4.8.2 Crecimiento acumulado: .....	- 51 -
4.8.3 Ritmo de crecimiento .....	- 52 -
4.8.4 Tasa de crecimiento: .....	- 52 -
4.8.5 Supervivencia: .....	- 52 -
4.9 Rendimiento productivo: .....	- 52 -
4.10 Manejo de datos: .....	- 53 -
<b>V. RESULTADOS Y DISCUSIONES .....</b>	<b>- 54 -</b>
5.1 Comportamiento de los factores físicos químicos.....	- 54 -
5.1.1 pH.....	- 54 -
5.1.2 Temperatura.....	- 55 -
5.1.3 Salinidad .....	- 56 -
5.1.4 Turbidez.....	- 57 -
5.2.- Comparación del fitoplancton en ambas condiciones.....	- 58 -
5.3.- Parámetros poblacionales de los camarones cultivados en estudio. ....	- 61 -
5.3.1 Crecimiento acumulado.....	- 61 -
5.3.2 Ritmos de crecimiento .....	- 62 -
5.3.3 Tasa de crecimiento. ....	- 63 -
5.3.4 Supervivencia .....	- 64 -
5.3.5 Rendimiento productivo.....	- 65 -
5.3.6 Factor de Conversión Alimenticia .....	- 66 -
<b>VI.CONCLUSIONES .....</b>	<b>- 67 -</b>
<b>VII.RECOMENDACIONES.....</b>	<b>- 69 -</b>
<b>VIII.BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>- 70 -</b>
<b>IX.ANEXOS.....</b>	<b>- 75 -</b>

## RESUMEN

En Nicaragua, la mayor parte de granjas de cultivo de camarón utilizan el sistema de producción semi intensivo, en el cual la fertilización de las aguas es una práctica común, utilizando principalmente el fertilizante Ferti-Lake para promover la productividad primaria y Oxígeno Disuelto. Este estudio tiene el propósito de evaluar el efecto de fertilizar el agua con Ferti-Lake versus fertilizante experimental sobre el crecimiento de camarones juveniles tempranos *Litopenaeus vannamei* durante 35 días en 6 recipientes de 1.38m<sup>2</sup>, con una densidad de siembra de 12 organismos/m<sup>2</sup> y así aportar un nuevo fertilizante para implementarlo en las granjas camaroneras tanto en cooperativas como empresas privadas. Para ello se registró diariamente la influencia de factores físico-químicos y cada cinco días análisis poblacionales y cada tres días conteo e identificación de fitoplancton. Como resultado se obtuvo que las temperaturas en aguas fertilizadas con Ferti-Lake fueron entre 29°C y 35°C y en aguas fertilizadas con el experimental osciló en 30°C y 35°C. El punto máximo del pH del agua fertilizada con Ferti-Lake fue de 8.3 en cambio en el experimental fue de 8, sin embargo en ambas condiciones el punto mínimo fue de 6.8. La salinidad del agua fertilizada con Ferti-Lake osciló de 26S‰ a 35S‰ y en aguas aplicando el fertilizante experimental varió de 25 S‰ a 36 S‰. La visibilidad del disco de Secchi en aguas administrando Ferti-Lake estuvo entre 21cm y 86cm y en aguas utilizando el fertilizante experimental osciló entre 25cm y 83cm. La cantidad de fitoplancton en aguas fertilizadas con Ferti-Lake fue de 50,000 cél/ml a 165,000 cél/ml y en el experimental de 39,500 cél/ml a 187,500 cél/ml, predominando las Clorofitas y Diatomeas. El Crecimiento Acumulado promedio de los camarones en ambas condiciones fue de 0.29 gramos a 5.7 gramos. El Ritmo de Crecimiento más bajo en aguas fertilizadas con Ferti-Lake fue de 0.33 gramos y el más alto fue de 1.50 gramos, en cambio en aguas con el fertilizante experimental el Ritmo de crecimiento mínimo fue 0.26 gramos y el máximo 1.20 gramos. Se obtuvo una sobrevivencia del 91% en aguas fertilizadas con Ferti-Lake y del 100% en aguas fertilizadas con el experimental. La Tasa de Crecimiento varió de 10.74 gramos hasta una velocidad de -13.36 gramos en ambas condiciones. El Rendimiento Productivo con el Ferti-Lake fue de 1371.01 lb/ha y 1506.61 lb/ha en el experimental. En ambas condiciones experimentales se obtuvo un F.C.A de 1.1. Por lo cual se concluye que en ambos tratamientos se obtienen resultados similares, sin embargo, recomendamos utilizar el fertilizante Ferti-Lake ya que los costos para utilizar el fertilizante experimental son mayores.

## I. INTRODUCCIÓN

La crianza de camarón es uno de los sectores de la acuicultura con más rápido crecimiento en Asia, Latinoamérica y recientemente en África. La rápida expansión de la crianza de camarón ha generado ingresos substanciales para muchos países en desarrollo, así como para los países desarrollados (Herrera y Martínez, 2009).

El desarrollo de la camaronicultura en países en vía de desarrollo como Nicaragua se basa en dos factores favorable: La fuerte demanda de los productos del camarón, principalmente en países como USA y Europa; y el control de la reproducción artificial del camarón.

Nicaragua posee un gran potencial de terrenos aptos para desarrollar la acuicultura, con una área aproximada de 39,250 hectáreas de las cuales el 72% se encuentra en la zona del Estero Real, en el Golfo de Fonseca (Martínez, 2009). El cultivo de camarón en Nicaragua creció hasta el 2004 aproximadamente 10,330 ha en producción, de las cuales el 60 por ciento son producidas por empresarios de forma semi-intensiva y un 40 por ciento por cooperativas, las que producen mayormente de forma extensiva. (FAO, 2012)

Una innovación en mejores prácticas de cultivo y la implementación sostenida de las ya existentes, conducen a la industria del camarón hacia un estado de sostenibilidad ambiental y económica (Rojas et al, 2005). Esta sostenibilidad de la Camaronicultura debe basarse en la rentabilidad de la empresa (Económica) y un mínimo impacto negativo (Ambiental) así como el aporte que dicha actividad debe dar a la sociedad.

El Sistema Semi intensivo, es un sistema tecnificado, con muros mecanizados, estanques sedimentados de 5 a 15 Has, compuertas con filtro y media luna, estación de bombeo para realizar recambios de agua. Se realizan monitoreos de parámetros fisicoquímicos y biológicos (fitoplancton y nutrientes) del agua, muestreos de crecimiento y población, exámenes patológicos, además se ofrecen insumos como fertilizantes, alimento, medicamento, cal.

Con una producción de 1000 a 2000 libras de camarón entero por ciclo. Este sistema es el más usado por empresas privadas. (Estrada, 2000).

La fertilización es una práctica común en el cultivo de cualquier especie acuática, incluyendo los camarones (Clifford, 1994). Esta tiene la finalidad de promover la productividad primaria mediante el aporte de los nutrientes esenciales que permitan satisfacer los requerimientos de los productores primarios y propiciar el establecimiento de los niveles tróficos subsecuentes de la cadena alimentaria (Primavera, 1993).

Actualmente la mayoría de las granjas camaroneras utilizan el fertilizante químico Ferti-Lake para garantizar la productividad primaria (Fitoplancton) en la columna de agua del estanque y por ende la obtención de Oxígeno Disuelto que proporciona la vida de los organismos, así también como alimento.

Los fertilizantes son usados para proveer nutrientes para el fitoplancton e indirectamente para el zooplancton. Estos organismos son consumidos por el camarón y pueden proveer una fuente significativa de alimento, reduciendo así la necesidad de añadir alimentos formulados en el cultivo semi-intensivo de camarón.

Considerando el costo de este insumo, nos proponemos realizar una evaluación entre las aguas fertilizadas con Ferti-Lake versus fertilizante elaborado de manera experimental (pescado, maíz, soya más Súper Triple Fosfato, Urea y Melaza) para conocer la mejor relación que propicie una comunidad fitoplanctónica adecuada para el crecimiento del camarón, el cual lo realizamos de manera experimental en recipientes de fibra de vidrio en el Laboratorio de Investigaciones Marinas y Acuícolas (LIMA) de la UNAN-León.

De esta manera aportaremos una estrategia para disminuir el costo de operación en lo relacionado a adquirir el fertilizante y garantizar la buena calidad del agua para una mejor producción. Esperamos que esto pueda contribuir al conocimiento de investigadores y a los técnicos que manejan granjas camaroneras con sistema semi intensivo.

## II. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo General:

Evaluar el efecto de fertilizar el aguadel cultivo del camarón con Ferti-Lake versus fertilizante experimental (pescado, maíz, soya, Súper Triple Fosfato (STP), Urea y Melaza) sobre el crecimiento de camarones juveniles Litopenaeus vannamei en condiciones experimentales.

### 2.2 Objetivos Específicos:

1. Determinar la influencia que tienen los factores físicos químicos (Temperatura, pH, Salinidad y Turbidez) sobre el crecimiento de los camarones en aguas fertilizadas con Ferti-Lake versus fertilizante experimental.
2. Comparar la calidad y cantidad de los grupos principales de fitoplancton (Diatomeas, Clorofitas, Cianofitas y Dinoflagelados,) en ambas condiciones experimentales.
3. Evaluar el efecto de los dos fertilizantes sobre el crecimiento de los camarones Litopenaeus vannamei en condiciones experimentales y expresado en crecimiento acumulado, Ritmos de crecimiento y Tasa de crecimiento.
4. Comparar el efecto de los dos fertilizantes en prueba sobre la Sobrevivencia, el Rendimiento productivo y Factor de Conversión Alimenticia de los camarones blancos del Pacífico.

### III. LITERATURA REVISADA

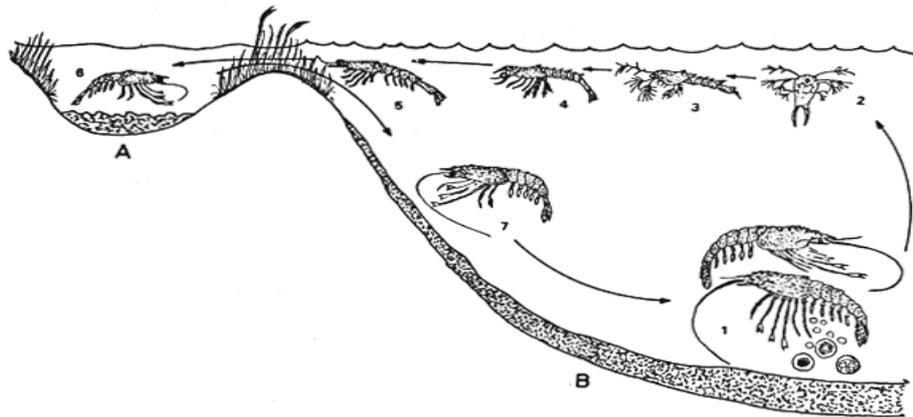
El camarón *Litopenaeus vannamei* es un crustáceo decápodo, nativo desde el estado de México, hasta Perú. Posee un cuerpo revestido de un exoesqueleto quitinoso. La cabeza y el tórax están fusionados para formar el cefalotórax. Los apéndices del cefalotórax se denominan periópodos y son patas caminadoras (5 pares) y los apéndices del abdomen se denominan pleópodos y son patas nadadoras también son cinco pares. El cuerpo tiene 19 segmentos, 5 de la cabeza, 8 del tórax y 6 del abdomen, además cuentan con apéndices birrameos especializados en la cabeza que son anténulas, antenas, mandíbulas y dos pares de maxilas. Los ojos son pedunculados y compuestos. La cubierta quitinosa del cefalotórax posee una prolongación anterior en forma de serrucho que se denomina rostrum, sirve para proteger a los ojos que están ubicados justo por debajo de este. (Auro, 2006).

#### 3.1 Ciclo biológico del camarón

El ciclo de vida de un camarón *Litopenaeus vannamei* se puede dividir en cinco fases: embrionaria, larval, juvenil, pre adulta y adulta. La fase larval y juvenil son principalmente estuarinas. (Rivera, 1998).

El ciclo migratorio a aguas más profundas se produce en el momento en que los pre-adultos se retiran de los ambientes salobres costeros para llegar en plena madurez sexual a la región de reproducción de aguas con mayor salinidad y mayor profundidad. La maduración y reproducción de estas especies se realiza en aguas profundas, entre 15 y 60m; las hembras fecundadas ponen huevos en cantidades variables de acuerdo con la especie (entre 10.000 y 1.000.000) estos pequeños huevos darán lugar a las larvas nauplios, protozoa, y mysis en sucesivas y continuas mudas, incluyendo un número de 10 a 13 sub-estadios hasta llegar a la primera postlarva.

Simultáneamente, las larvas se transportan hacia la región costera, y las postlarvas penetran en los esteros de aguas salobres, creciendo en esos ambientes los juveniles hasta llegar a pre adultos, época en que comienza nuevamente el ciclo migratorio. (Rivera, 1998).



**Imagen Nº1:** Ciclo vital de un camarón *Litopenaeus* típico: 1: maduración y reproducción; 2: nauplio; 3: protozoemas; 4: mysis; 5: postlarvas; 6: juveniles; 7: adultos. (Modificado de Boschi, 1977).

### 3.2 Clasificación taxonómica de las especies de camarón

Phylum: Arthropoda  
 Clase: Malacostraca  
 Orden: Decápoda  
 Suborden: Dendobranchiata  
 Superfamilia: Penaeoidea  
 Familia: Penaeidae  
 Género: *Litopenaeus*  
 Especie: *vannamei* (Pérez-Farfante y Kensley, 1997)

### 3.3 Sistemas de Producción del camarón

La acuicultura se practica de diferentes formas, dependiendo de las densidades de animales que se manejen y la magnitud del rendimiento esperado. El cultivo implica la intervención del hombre en el proceso de cría para aumentar la producción, en operaciones como la siembra, la alimentación, la protección de los depredadores, etc.

Los cultivos según las especies seleccionadas se desarrollan en diferentes sistemas, dependiendo de la demanda del producto en el mercado, de la clase de especie que se trate, del sitio donde se lo quiera desarrollar, etc. En general, se mencionan en acuicultura cuatro sistemas principales de cultivo. En relación íntima con la densidad de siembra utilizada (cantidad de animales vivos por hectárea o por metro cúbico).

De acuerdo a la premisa señalada, se conocen los sistemas:

➤ **Artesanal**

Bajo esta modalidad de cultivo prevalece el sistema de encierros, los tamaños de estos varían de 20 a 100 hectáreas. Este cultivo depende de las lluvias y de las mareas para su recambio de agua. Las densidades de siembra son muy bajas (varían de 3 a 4 post larvas/m<sup>2</sup>) y el alimento para las post larvas es natural del agua. Este sistema se aplica en granjas construidas a pala con muros que alcanzan un metro de altura. Cuando se detecta la presencia de abundantes crías en las aguas se abren las compuertas de los estanques para dejarlas entrar y encerrarlas. Algunos productores agregan larvas pescadas, pero siempre las densidades son muy bajas.

➤ **Extensivo**

Es el cultivo más simple y se aplica principalmente en los grandes embalses. La alimentación de la especie solo 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 o nulo control en el cultivo. O la producción por volumen es menor, de 200 a 300 Lb/Ha/año.

➤ **Semi-intensivo**

Este sistema de cultivo, practicado en estanques, se basa en la siembra de peces en monocultivo o policultivo a densidades bajas a medias, hasta 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, compost, 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-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. (Martínez, et al 2012).

### ➤ **Intensivo**

Este es el cultivo que presenta más exigencias, debido a las altas densidades a que se trabaja, pudiendo alcanzar desde 20 a 60 camarones por metro cuadrado. En correspondencia con esto, los rendimientos son elevados. En este caso, 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 de agua.

La alimentación básicamente es concentrada con bajos niveles o nulos de fertilización. Se caracteriza por:

- \* Aporte complementario de alimento externo ración
- \* Mayor densidad y del caudal de renovación del agua

- \* Mayor control de la producción
- \* Mayor control y regulación tanto 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 tratamiento 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. (Martínez, et al, 2012).

#### ➤ **Hiper-intensivo**

Sistemas de canales de flujo rápido hiper-intensivo en invernaderos, sin recambio de agua o la descarga, utilizando larvas de cepas de camarones libres de patógeno (CPL). Por lo tanto son bioseguros, sustentables, con poco impacto ecológico pudiendo producir camarón de alta calidad con eficiencia costo-beneficio.

El cultivo en canales de 282 m<sup>2</sup> 300-450 juveniles/m<sup>2</sup> de entre 0.5 y 2 gramos para su crecimiento entre 3 y 5 meses, ha logrado 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 %, con un peso promedio de entre 16 y 26 gramos y factores de conversión alimenticia de 1,5-2,6:1. (FAO, 2010).

### **3.4 Manejo del cultivo del camarón**

Para tener éxito en el manejo de una granja camaronera, entre mayor sea el grado de intensificación mayor deberá ser el control del medio ambiente que afecta a cada estanque el cual se hace indispensable, lo que, a su vez, depende del conocimiento de una serie de factores físico-químicos. Cada estanque camaronero es visto como un lago artificial en donde se siembra el camarón pequeño para que se desarrolle.

Cada estanque es un ecosistema diferente y responde de forma peculiar a los factores físico-químicos, biológicos y meteorológicos que influyen de forma positiva o negativa, de acuerdo en gran parte, al manejo del agua. Cualquier característica del agua que afecte la sobrevivencia, crecimiento y producción en cualquier forma es una variable de la calidad de agua. (Pretto, 1980)

### **3.4.1 Calidad de agua**

Uno de los conocimientos fundamentales que debemos tener presente en el cultivo de camarones, es la calidad de agua, lo cual ciertamente nos ayuda a comprender mejor el ambiente donde se desarrollan los organismos que deseamos producir. Debemos tener conciencia que los ambientes acuáticos son bastantes complejos, más que los ambientes terrestres. El agua es el fundamento de la vida y domina totalmente la composición química de todos los organismos (Herrera y Martínez, 2009).

#### **3.4.1.1 Factores Físico-químicos**

Si queremos aumentar la productividad de los estanques es necesario dar condiciones técnicas a este objetivo y dentro de ella tenemos la toma y análisis diario de los parámetros físico-químicos del agua de cultivo.

##### **3.4.1.1.1 Temperatura**

La temperatura es un factor abiótico que regula los procesos vitales para los organismos vivos, así como también afecta las propiedades químicas y físicas de otros factores abióticos en un ecosistema. El proceso de descomposición de la materia se acelera al aumentar por encima de 25°C, es considerada para el cultivo. La temperatura afecta la solubilidad del Oxígeno en el agua y su consumo por los organismos aumentando o disminuyendo su actividad biológica.

La temperatura óptima del agua para el crecimiento del camarón no debe ser inferior a los 25°C ni mayores a los 33°C (Martínez y Zapata, 1997). Los procesos biológicos como crecimiento y respiración se duplican, en general por cada °C que aumenta la temperatura, consume el doble de Oxígeno Disuelto y 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.

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.

En un estanque el calor debido al sol, permite que el agua de la superficie se caliente más que el agua del fondo, porque la densidad del agua baja cuando la temperatura del agua sube, el agua de la superficie puede ser tan liviana que no se mezcla con el agua más pesada y fría del fondo.

La separación del volumen de agua en dos capas se llama Estratificación Termal; la capa caliente superior lleva el nombre de Epilimnio y la capa fría inferior Hipolimnion, la fina separación donde la temperatura cambia rápidamente, entre el Epilimnio y el Hipolimnion, se llama Termoclina. (Martínez, 2009).

En general la temperatura por encima de 25°C es considerada adecuada para el cultivo. Sin embargo, si la temperatura cae por debajo de 25°C o sube por encima de 30°C, la temperatura es estresante para el camarón, afectando el consumo de alimento en 30 a 50% ya sea disminuyendo o aumentando, respectivamente; y en estas circunstancias tampoco es aprovechado el alimento eficientemente en el crecimiento en peso (para convertirlo en músculo) y afectando el factor de conversión.

La temperatura afecta la solubilidad del Oxígeno en el agua y su consumo por los organismos aumentando o disminuyendo su actividad biológica.

Las crías afectadas en agua caliente son más delicadas de controlar y ocurre frecuentemente una disminución importante de Oxígeno que puede llevar a una mortalidad masiva. Para evitar lo anterior, falta realizar un recambio de agua mayor o sembrar a densidades más bajas.

**Tabla N° 1:** Principios generales del manejo de temperatura.

<b>1</b>	Temperatura alta 35°C	Aumentar el intercambio de agua, aumentando el nivel del agua porque la temperatura del canal debe de ser más baja.
<b>2</b>	Temperatura baja 25°C	Bajar el nivel del agua, para aprovechar el calentamiento del agua por el sol
<b>3</b>	Estratificación	Trata de romper la estratificación moviendo el agua con la ayuda de un aireador de superficie, tratar de girar el agua con un motor

(Herrera, 2009)

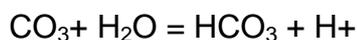
### 3.4.1.1.2 pH

Se define como el logaritmo negativo de la concentración de iones de Hidrógeno (H<sup>+</sup>):

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

El pH indica cuán ácida o básica es el agua. De una manera más práctica, el agua con un pH de 7 no se considera ni ácida ni básica sino neutra. Cuando el pH es inferior a 7 el agua es ácida, y cuando el pH es superior a 7 el agua es básica. La escala de pH es de 0 a 14, mientras más lejano sea el pH de 7 el agua es más ácida o más básica.

Los estanques de agua salobre generalmente tienen un pH de 7 u 8 por la mañana, pero en la tarde generalmente suben a 8 ó 9. La fluctuación diaria del pH en los estanques resulta de los cambios en la fotosíntesis del fitoplancton y otras plantas acuáticas. El Dióxido de Carbono es ácido tal como se muestra en la siguiente ecuación:



Si la concentración de Dióxido de Carbono crece, la de iones de Hidrógeno aumenta y el pH disminuye y, al contrario, si disminuye la concentración de Dióxido de Carbono, la de iones de Hidrógeno cae y el pH aumenta. Durante el día el fitoplancton consume Dióxido de Carbono y el pH del agua aumenta.

Por la noche, el fitoplancton no utiliza el Dióxido de Carbono, pero todos los organismos del estanque sueltan Dióxido de Carbono durante la respiración y a medida que se acumula el Dióxido de Carbono el pH baja. (Boyd, 1998)

La fluctuación diaria no siempre es tan grande como se muestra, pero cuando el fitoplancton es abundante puede existir una gran fluctuación en el pH. A diferencia de los estanques con menor alcalinidad total, los estanques con alcalinidad total alta o moderada generalmente presentan un pH alto durante la mañana. Cuando abunda el fitoplancton, el pH aumenta durante el mediodía más en estanques con baja alcalinidad, que en los de mayor alcalinidad, por el efecto de amortiguación aportado por la alcalinidad alta.

El pH del agua del estanque depende de la concentración en  $O_2$  y de los demás elementos ácidos. La fotosíntesis con un consumo de  $CO_2$  conduce a un aumento del pH y la producción de  $CO_2$  con la respiración conduce a una baja del pH. Agua con pH de 7.5 a 8.5 es considerada como buena para el cultivo de camarones. Si el pH es inferior a 5 todo el tiempo, generalmente el agua contiene ácido sulfúrico de la oxidación del sedimento con sulfides. Hay que hacer un tratamiento del suelo con cal.

**Tabla N° 2:** Principio general del manejo del pH

1	pH alto	Hay demasiadas algas, no fertilizar y aumentar la renovación.
2	pH bajo	No hay suficientes algas, encalar y luego fertilizar.

**Tabla N° 3:** Efecto del pH sobre los organismos de cultivo

Valores de pH	Efecto
4	Punto de acidez letal
4-5	No reproducción
4-7	Crecimiento lento
7- 8.5	Mejor crecimiento
9-11	Crecimiento lento
11	Punto letal de alcalinidad

(Herrera, 2012)

### 3.4.1.1.3 Salinidad

La salinidad es la concentración total de los iones disueltos. La salinidad depende básicamente de siete iones, cuyo valor promedio de concentración en el agua de mar es: Sodio, 10,500 mg/l; Magnesio, 1,450 mg/l; Calcio, 400 mg/l; Potasio, 370 mg/l; Cloruro, 19,000 mg/l; Sulfato, 2,700 mg/l; Bicarbonato, 142 mg/l.

La salinidad promedio del agua de mar es 34.5 partes por mil (ppm). La salinidad del agua de mar es de 35 mg/l, sin embargo, la salinidad encontrada en los estanques de cría puede variar mucho, sea subir con la evaporación o bajar con la lluvia. En agua salobre, la salinidad varía de acuerdo a la salinidad de la fuente de agua. La salinidad en las aguas estuarinas puede ser similar a la del agua dulce durante la época de lluvia y aumentar durante la sequía. Los estuarios con acceso limitado al mar tienen mayor salinidad que éste durante la temporada de sequía ya que los iones se concentran a causa de la evaporación. La salinidad disminuye conforme se aleja de la boca del estuario y la salinidad puede estratificarse de acuerdo a la profundidad en el estuario.

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 con un promedio de 15 a 25 ppm. 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.

Las sales disueltas en el agua ejercen una presión osmótica sobre los organismos vivos, una presión osmótica elevada puede provocar fenómenos de difusión a través de las paredes celulares a nivel de las branquias, lo que puede ocasionar la muerte de esas células. Un aumento en la salinidad disminuye la tasa de consumo de Oxígeno en muchos organismos.

(Lange, 1972), demostró que la tasa de difusión de Oxígeno en aguas salinas, varía proporcionalmente a la solubilidad del Oxígeno, esta solubilidad disminuye con el incremento en la salinidad. La salinidad alta tiene consecuencias desfavorables sobre el ecosistema del estanque. Sabemos en efecto que para las salinidades altas o bajas los organismos marinos deben utilizar una gran parte de su energía para equilibrar su medio interior con el exterior esto se hace en contra del crecimiento y la sobrevivencia.

Una salinidad alta puede afectar negativamente:

- La producción natural de los estanques.
- El crecimiento de los camarones.
- La supervivencia de los animales principalmente en el momento de la aclimatación y la siembra.
- La concentración de Oxígeno del agua.

La salinidad tiene también un efecto indirecto sobre los camarones bajando la solubilidad del Oxígeno en el agua y su disponibilidad para los animales. En estas condiciones vemos que para asegurar la producción durante el período de salinidades altas haría falta efectuar recambios mayores de agua.

**Tabla N° 4:** Principios para la salinidad

1	Salinidad más alta que el agua del canal	Aumentar el intercambio de agua.
2	Salinidad baja	Disminuir el cambio de agua, permitiendo una mayor evaporación por la acción del sol y subir así la salinidad.
3	Estratificación	En caso por estratificación por lluvia fuerte, sacar el agua dulce por la superficie, con un cambio fuerte de superficie.

(Herrera, 2009)

#### **3.4.1.1.4 Turbidez**

Se entiende por turbidez o turbiedad la falta de transparencia de un líquido debida a la presencia de partículas en suspensión. Cuantos más sólidos en suspensión haya en el líquido (generalmente se hace referencia al agua), más sucia parecerá ésta y más alta será la turbidez y menor será su calidad.

Hay varios parámetros que influyen en la turbidez del agua. Algunos de estos son:

1. Presencia de fitoplancton, y/o crecimiento de las algas; por presencia de fertilizantes.
2. Presencia de sedimentos procedentes de la erosión.
3. Presencia de sedimentos suspendidos del fondo, materia orgánica: que es materia vegetal en descomposición, sedimentos por escurrimiento (frecuentemente revueltos por camarones y peces que se alimentan en el fondo).
4. Descarga de efluentes, como por ejemplo escorrentías por partículas de arcilla.

La turbidez se puede medir con la ayuda del disco de Secchi, si la velocidad es menor de 30cm, hay problemas potenciales, si es mayor la luz puede penetrar mejor y habrá una mayor productividad y crecimiento de los organismos de los cuales podrá alimentarse los camarones. Esta medición se puede efectuar cada 3 días. (FAO,2010).

En muchas aguas existe una relación directa de la visibilidad del disco y la abundancia del plancton, la visibilidad del disco y la abundancia de plancton: a medida que aumenta el plancton, la visibilidad disminuye. Sin embargo, a veces la turbidez es causada por partículas suspendidas de arcilla o detritus y no por la cantidad de fitoplancton.(Haws y Boyd, 2001).

#### **Visibilidad del Disco Secchi**

El disco Secchi está pintado con cuadrantes alternos de negro y blanco y tiene 20 centímetros de diámetro. Bajo el disco hay un peso y desde su centro emerge una cuerda con medidas calibradas. La visibilidad del disco Secchi es la profundidad a la cual el disco Secchi deja de ser visible, obviamente hay que tener cuidado para estandarizar el procedimiento utilizado en la lectura del disco.

En muchas aguas existe una relación directa entre la visibilidad del disco y la abundancia de plancton: a medida que aumenta el plancton, la visibilidad disminuye. Sin embargo, a veces la turbidez es causada por partículas suspendidas de arcilla o detritus y no por la cantidad de fitoplancton. (Boyd, 2000).

**Tabla N° 5:**Relación entre la visibilidad del disco Secchi y la condición del "bloom" de fitoplancton.

<b>Lectura del disco de Secchi</b>	<b>Comentarios</b>
Menor de 25 cm.	Estanque demasiado turbio. Si es turbio por fitoplancton, habrá problemas de concentración baja de oxígeno disuelto. Cuando la turbidez resulta por partículas suspendidas de suelo, la productividad será baja.
25 a 30 cm.	Turbidez llega a ser excesiva
30 a 45 cm.	Si la turbidez por fitoplancton, el estanque está buenas Condiciones.
45 a 60 cm.	Fitoplancton se vuelve escaso
Mayor de 60 cm.	El agua es demasiado clara, la productividad es inadecuada y pueden crecer plantas acuáticas

### 3.4.1.2 Fertilización.

Fertilizante: Se considera a todo producto que incorporado al agua suministre en forma directa o indirecta sustancias requeridas por aquellos para su nutrición, estimular su crecimiento, aumentar su productividad o mejorar la calidad de la producción. Estos productos podrán ser de naturaleza inorgánica, orgánica o biológica.

Los de naturaleza inorgánica u orgánica deberán contener principalmente elementos:

1. Nutrientes primarios: Nitrógeno, Fósforo, Potasio.
2. Nutrientes secundarios: Calcio, Magnesio, Azufre.
3. Menores o micronutrientes: Boro, Zinc, Cobre, Hierro, Molibdeno, Manganeso, Cloro, etc.

La aplicación de fertilizantes ayuda a incrementar las densidades de algas, la productividad natural y de forma indirecta a mejorar los niveles de Oxígeno del agua de los estanques.

Sin embargo, las aplicaciones excesivas de fertilizantes incrementan los costos de producción de la operación y pueden producir desequilibrios en las condiciones de calidad de agua tanto en el sistema del estanque como en el medio natural a donde son liberadas las aguas de descarga durante los recambios. Al igual que en el caso del alimento para camarón, se debe hacer uso moderado de los fertilizantes. (Rojas, et al, 2005).

Los fertilizantes son aplicados a las piscinas para incrementar la concentración de nutrientes inorgánicos, favorecer el crecimiento algal, y debido a esto aumentar la producción de camarón en nuestros estanques. Además se trata de obtener condiciones más estables y que causen menor estrés al camarón.

Con un correcto régimen de fertilización podremos obtener una población de fitoplancton adecuada, la cual ayudará a reducir los niveles de  $\text{CO}_2$  y Amonio; aportará Oxígeno Disuelto a la piscina; proveerá de sombra y escondite para los camarones y evitará la proliferación de algas y malezas bénticas. (Marcillo et al, 1995).

#### **3.4.1.2.1 Tipos de fertilizantes**

Existen dos grupos principales de fertilizantes que actúan de forma distinta:

1. Los fertilizantes inorgánicos son compuestos que al disolverse en el agua inmediatamente aumentan el nivel de nutrientes en la misma.

Al hacer esto permiten un mayor crecimiento del fitoplancton y fitobentos, los cuales a su vez van a empujar todo el engranaje de la cadena trófica (zooplancton especialmente) hasta llegar al camarón. Los fertilizantes inorgánicos o también llamados fertilizantes químicos son idénticos a los usados para fertilizar los cultivos agrícolas. Nitrógeno, Fósforo y Potasio son los principales nutrientes en los fertilizantes. Por tradición generalmente se expresa el grado de un fertilizante como los porcentajes en peso de Nitrógeno (como N), Fósforo (como  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) y Potasio (como  $\text{K}_2\text{O}$ ).

Los nutrientes principales en los fertilizantes están presentes como compuestos relativamente simples que al ionizarse dan  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{HPO}_4^{=}$ , ó  $\text{K}^+$  (Boyd, 1990).

2. Los fertilizantes orgánicos, son subproductos de origen agropecuario que al ser aplicados a los estanques actúan tanto como fertilizante para las algas, liberando gradualmente nutrientes al irse descomponiendo, como de alimento directo al zooplancton. Los fertilizantes orgánicos actúan de dos maneras:

La primera es como un abono químico, ya que al descomponerse por la acción microbiana, la materia orgánica va a liberar nutrientes, sin embargo, esta descomposición es lenta e ineficiente comparada con los abonos químicos, además de que consume gran cantidad de Oxígeno en el proceso.

La segunda es como un alimento directo al zooplancton y zoobentos. Esto produce una ventaja en ahorro de tiempo, ya que pone en disposición inmediata del mismo alimento para crecer y reproducirse. Además sirven de sustrato para algunas bacterias que sirven de alimento para el camarón. Algunos abonos orgánicos como el bagazo de caña y el polvillo de arroz contienen altas cantidades de sílice, los cuales pueden ayudar a favorecer el crecimiento de diatomeas en piscinas con bajas concentraciones de silicatos.

Las características que debe de tener un abono orgánico son:

- ✓ Ser barato
- ✓ Contener poca fibra y fácil de degradación
- ✓ Ser fácil de conseguir y transportar a la camaronera.
- ✓ No contener pesticidas, antibióticos ni otros elementos peligrosos
- ✓ Tener bajas concentraciones de bacterias patógenas.

Entre los abonos orgánicos más usados se cuentan la gallinaza, el polvillo, la torta de soya y el balanceado de pollo barato.(Villalón, 1991), recomienda aplicación de 20 kg/ha de alimento balanceado antes de la siembra para favorecer la fauna béntica. (Llanos, 1994) recomienda 25 kg/ha de torta de soya o balanceado para pollos.

Un abono orgánico que frecuentemente es pasado por alto es el balanceado. Este, ya sea como residuos no consumidos o por la excreta de los camones contribuye apreciablemente a la fertilidad de la piscina. Tanto así que en piscinas con más de 30 kg/ha de alimentación, se recomienda reajustar o suspender las aplicaciones de fertilizantes. La fertilización tanto orgánica como inorgánica puede aumentar considerablemente la producción de camarones (Villalón, et al 1991).

En las piscinas de cultivo semi-intensivo, el camarón utiliza una considerable parte del alimento natural. Aunque no está totalmente claro que porcentaje del crecimiento del camarón proviene del medio ambiente natural (Boyd 1989), se asume en general que la mayor parte de las vitaminas y minerales, así como algunos de los aminoácidos esenciales y ácidos grasos poli saturados se obtienen de la biota natural viva en la piscina (Villalón, 1991).

#### **3.4.1.2.2 Métodos de fertilización**

La aplicación de fertilizar el estanque puede hacerse de dos maneras básicas:

Disolviendo el fertilizante en agua totalmente y agregándolo después en el estanque al boleó en una canoa en la mitad delantera de la piscina. Este método tiene como ventaja la correcta distribución de los nutrientes en la piscina. La desventaja es que requiere de cierta mano de obra para realizarlo, además debe una persona responsable cerciorarse de que el fertilizante esté completamente disuelto antes de distribuirlo en la piscina.

La Urea no presenta tantos problemas y puede disolverse en la misma canoa en que se riega, agregando más agua a medida que se lo va aplicando para asegurarnos de que se disuelva bien.

La otra forma es la distribución pasiva del fertilizante, esto se logra colocando el fertilizante en sacos vacíos de balanceado, en un lugar donde haya corriente de agua para que se disuelva, por ejemplo, en las compuertas de entrada. La ventaja de este método es la perfecta disolución del fertilizante y el ahorro de mano de obra, la desventaja es que en ciertas piscinas con mala circulación de agua la distribución a lo largo de la piscina puede no ser homogénea.

### 3.4.1.2.3 Dosis de fertilización

Fertilización rutinaria: No se puede hablar realmente de una “fertilización rutinaria”, sino más bien de una rutina de fertilización. Una rutina de fertilización implica una serie de procedimientos mediante los cuales el acuicultor trata de manejar la fertilización basada en los parámetros físico- químico- biológicos del estanque.

Hay infinidad de recomendaciones sobre rutinas de fertilización.(Villalón, 1991) sugiere la siguiente:

- Con lecturas de transparencias arriba de 30 cm, aplicar 4 lb de Urea y 0.4 lb de STF por hectárea cada 3 días.
- Con transparencias entre 25 y 30 cm, se suspende la fertilización hasta que las transparencias suban por encima de los 30 cm.
- Con transparencias inferiores a 25 cm, la fertilización y la alimentación son suspendidas y se aumenta el recambio de agua.

En general resulta conveniente manejar dinámicamente cada estanque basado en ciertas recomendaciones:

- La proporción de N: P debe de ser alta, por lo menos de 20:1. (aunque algunos autores difieren con esto).
- En general se recomienda fertilizar pasando 2 ó 3 días, para mantener una provisión estable de nutrientes en el agua.
- Tratar de mantener una turbidez de entre 30 y 40 cm. En caso de valores menores a 30 suspender fertilización momentáneamente y aumentar recambio. Con valores de transparencia mayores puede ser recomendable hacer una renovación sustancial de agua (aprox. 20%) y aplicar una dosis fuerte de fertilizantes o aumentar la cantidad o frecuencia de fertilización.
- En estanques con concentraciones de Oxígeno menores a 3 mg/l., suspender fertilización y aumentar recambio.
- En estanques con altas tasas de alimentación (30 kg/ha/día) la fertilización debe ser redosificada, ya que el balanceado provee cantidades considerables de N.

## **Fertilización inicial**

La fertilización inicial o de arranque es sin duda la más importante del cultivo, ya que intenta dar a la larva que llega la mejor de las condiciones para evitar estrés y proveerle suficiente alimento de buena calidad.

Varias dosis de fertilización son recomendadas por diferentes autores, pero en general se considera que la fertilización inicial debe de ser más fuerte (20 al 100%) que las fertilizaciones de mantenimiento.

Generalmente se recomienda aplicar un sistema de fertilización por etapas, a medida de que se va llenando la piscina. Esto es aplicar la fertilización en varias dosis, con diferentes niveles de agua, esto servirá como un sistema de repiques.

(Villalón, 1991) sugiere lo siguiente:

- \* Llenar el estanque hasta que el agua cubra un 60% de la piscina con una profundidad de 10 a 30 cm.
- \* Aplicar 20 lbs de Urea y 2 de STF.
- \* Parar la entrada de agua y dejar sellada durante 2 a 3 días.
- \* Reiniciar el llenado hasta un 50% de su nivel operativo
- \* Mientras se llena el estanque aplicar 30 lbs. de urea y 3 lbs. de STF.
- \* Suspender el llenado durante 2 a 3 días.
- \* Continuar el llenado hasta el 100% de su nivel operativo
- \* Durante el llenado aplicar 50 lbs. de urea y 5 lbs de STF.
- \* Sembrar el estanque cuando tenga una turbidez adecuada.
- \* Después de la siembra el estanque permanecerá sellada por 10 días.

(Llanos, 1994) sugiere una fertilización por etapas diferente, en la cual el agua no para de entrar nunca. La siembra se la realiza con un 70% de su nivel operativo entre el 6° y 12° día, cuando el nivel de zooplancton se encuentre en su pico. Después de la siembra se continúa subiendo el nivel de la piscina hasta alcanzar el nivel operativo, cosa que se planea obtener en 10 días, con una entrada de agua diaria del 3%.

### 3.4.1.2.4 Fertilizantes

#### Fertilizante comercial:

Ferti-Lake (15-0-9) es un fertilizante acuícola, 100% soluble, a base de Nitrógeno Nítrico. No contiene Nitrógeno amoniacal como la mayoría de fertilizantes para uso agrícola. Por sus características químicas incide positivamente en los siguientes aspectos: promueve el fitoplancton y zooplancton; funciona como regulador de materia orgánica; aporta de forma inmediata Oxígeno en el medio, lo que produce una mayor estabilidad en el cultivo.

**Tabla Nº 6:** Composición química del Ferti-Lake:

Nombre	Nitrato de Sodio Potásico
Nitrógeno Total (N) 100%Nitrógeno Nítrico	15%
Potasio Soluble (K <sub>2</sub> O)	9%

#### Nitrógeno Nítrico

- ✓ Aprovechado directamente por las Diatomeas
- ✓ No produce Amoníaco
- ✓ El Oxígeno presente en su fórmula se libera inmediatamente en la columna de agua y fondo

#### Principales ingredientes para la elaboración del **fertilizante experimental**:

##### ➤ **Soya**

Al igual que el resto de los miembros de la familia de las leguminosas, la soya es capaz de capturar todo el nitrógeno que necesita, ya que posee nódulos en los que se desarrollan bacterias fijadoras del Nitrógeno atmosférico *Rhizobium japonicum* (Calvo, 2003). Su importancia radica en que, además de barato, la soya es un cultivo de un elevado poder nutritivo y de gran contenido proteico. Básicamente, la soya se consume directamente en forma de dos productos: semillas y aceite. Además, estos se pueden utilizar como materia prima para obtener una gran variedad de subproductos.

Existen varios procesos para tratar la semilla de soya. El más común consiste en remover la vaina, los frijoles se muelen a hojuelas que son desgrasadas con un solvente. Después del tostado para eliminar los factores antitripticos el producto obtenido se denomina harina de soya, un producto con un alto contenido de carbohidratos, bajo en lípidos y que contiene alrededor de 48% de proteína cruda. Este producto puede ser molido (Forster, *et al.*, 2002).

### ➤ **Pescado**

Razones para su utilización

- ✓ Elevado contenido proteico (sobre 65%) y una composición de aminoácidos esenciales excelente, solo inferior a la de la proteína de la leche y los huevos, y muy superior a la de cualquier otro producto vegetal proteico.
- ✓ La digestibilidad del producto es elevada y en muchos casos superior a 90% calculado en visones (*in vivo*).
- ✓ Su contenido de vitaminas, sobre todo las del complejo B es muy conveniente, además de ser la única que contiene cantidades importantes de vitamina D.
- ✓ Posee cantidades importantes de elementos minerales, como el Selenio y otros, que actúan como elementos coadyuvantes (cooperadores) en los procesos enzimáticos.

Prácticamente todas las especies de peces son aptas como materia prima para la producción de harina de pescado. La materia prima empleada en el proceso más común de preparación de la harina de pescado está compuesta por: sólidos (materia seca libre de grasas). Esta operación se puede llevar a cabo de diversas maneras pero en general la metodología de trabajo es la siguiente:

1- Cocción, que rompe las proteínas, las acumulaciones de lípidos y libera agua. En general se realiza por calentamiento entre 95-100°C durante 15-20.

2-Secado del material sólido, con eventual agregado de solubles. Este proceso lleva al secado de la torta, el producto final no debe tener más de 12% de humedad. La temperatura de secado no debe exceder los 90°C.

La torta para un secado eficiente debe tener un buen tamaño de partícula, Con respecto al secado propiamente dicho existen dos métodos: Secado indirecto por vapor: la mezcla a secar se agrega continuamente en un cilindro el cual es calentado indirectamente por aire caliente (vapor). Se utiliza también un sistema de contracorriente de aire para facilitar la eliminación del vapor de agua.

3-Enfriamiento.

4-Molienda de la materia seca al tamaño de partícula deseado. (SENARPESCA, 2004)

#### ➤ **Maíz**

El maíz es una gramínea de la Familia *Poacea* cultivada para consumo alimentario, tanto humano como animal o procesado en gran variedad de productos industriales. El maíz puede ser utilizado como alimento en cualquiera de las etapas de su desarrollo. Desde el aspecto nutricional presenta mayor cantidad de grasa, hierro y fibra que el arroz. La principal proteína es la Zeina, que tiene un bajo contenido de los aminoácidos esenciales lisina y triptófano (FAO, 2001).

El grano de maíz contiene dos vitaminas solubles en grasa, la provitamina A o carotenoides y la vitamina E. La harina de maíz es un subproducto del proceso de molienda húmeda del maíz tiene un contenido de entre 41% y 60% de proteína. La harina de maíz tiene un alto nivel de proteína cruda y vitaminas B y C, con un bajo contenido de fibra y cenizas, no contiene factores anti nutricionales y es una excelente fuente de xantofila (102 mg/kg) y metionina, aunque deficiente en lisina (Regost, et al., 1999).

#### ➤ **Urea**

La Urea es un fertilizante químico de origen orgánico. Entre los fertilizantes sólidos, es la fuente Nitrogenada de mayor concentración (46%), siendo por ello de gran utilidad en la integración de fórmulas de mezclas físicas de fertilizantes, dando grandes ventajas en términos económicos y de manejo de cultivos altamente demandantes de Nitrógeno (N). Se comercializa perlada y granulada.

Es muy soluble y a menudo usada en formulaciones líquidas. Se puede clasificar como un fertilizante de origen orgánico, ya que su estructura química corresponde a una Carbamida. (Sierra, 2010). La Urea, en su forma original, no contiene Amonio ( $\text{NH}^4$ ), sin embargo ésta se droliza con rapidez por efecto de la enzima “ureasa” y por la temperatura del suelo.

En suelos desnudos y con aplicaciones superficiales de Urea, algún porcentaje de Amoniacó ( $\text{NH}_3$ ) se pierde por volatilización. La Urea, al hidrolizarse produce Amonio y bicarbonato. Los iones bicarbonato reaccionan con la acidez del suelo e incrementan el pH en la zona próxima al sitio de reacción de este fertilizante (banda de aplicación).

El Nitrógeno (N) es un nutriente esencial para el crecimiento de las plantas, es parte constitutiva de cada célula viva. En las plantas, el Nitrógeno es necesario para la síntesis de la clorofila y como parte de la molécula de clorofila está involucrado en el proceso de la fotosíntesis.

**Tabla N° 7:**Características Físicas y Químicas de la Urea

Nombre Químico	Carbamida
Otros Nombres	Urea, Carbonildiamida, Ácido Carbomídico o Amida Alifática
Fórmula Química	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$
Peso Molecular (g/mol)	60.06

#### Usos de la Urea

La Urea (46-00-00) es la fuente más económica de Nitrógeno (N) de alta concentración. Es un fertilizante que tiene una gran variedad de usos y aplicaciones. Es un componente indispensable para producir fórmulas balanceadas de fertilización. Se puede incorporar a mezclas físicas balanceadas, y por su alta solubilidad en agua, puede funcionar como aporte de Nitrógeno en fórmulas NPK's foliares, para uso en fertirriego altamente solubles y en fertilizantes líquidos.

### ➤ Súper Triple Fosfato

El Fósforo desempeña un papel importante en la fotosíntesis, la respiración, el almacenamiento y transferencia de energía, la división y el crecimiento celular y otros procesos de las plantas. Sólo una pequeña cantidad del Fósforo del suelo (que proviene de degradación de minerales) es posible disponerlo para las plantas, por lo que hay que mejorarlas con fertilización.

La fertilización con Fósforo es clave, no sólo para restituir los niveles de nutriente en el suelo, sino también para obtener plantas más vigorosas y promover la rápida formación y crecimiento de las raíces, haciéndolas más resistentes a la falta de agua. El Fósforo también mejora la calidad de frutas y granos, siendo vital para la formación de las semillas. La deficiencia de Fósforo retarda la madurez del cultivo. El SPT es el fertilizante fosfatado de mayor concentración disponible, con 44 a 48 % de  $P_2O_5$  y 40 a 45 % de  $P_2O_5$  soluble en agua.

**Tabla Nº 8:** Composición química del STP

<b>ANÁLISIS TÍPICOS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>RESULTADO</b>
Fósforo Total ( $P_2O_5$ )	%	48
Fósforo Disponible ( $P_2O_5$ )	%	46
Calcio (Ca)	%	14
Agua	%	4.5

### ➤ Melaza

La melaza es un jarabe oscuro, viscoso que proviene de la separación del azúcar crudo en el proceso de elaboración del azúcar refinado. Está constituido por carbohidratos del tipo polisacáridos y monosacáridos. Los azúcares que constituyen la melaza incluyen: sacarosa, glucosa, levulosa, maltosa, lactosa y azúcares reductoras.

En el cultivo de camarón, la melaza puede ser utilizada para la preparación de estanques como aportador de carbono orgánico. Junto con los nutrientes mayores (Nitrógeno, Fósforo), el Carbono orgánico aportado por la melaza es requerido por las bacterias y algas, en la constitución de sus membranas y organelos y como fuente de energía principalmente en el proceso de fotosíntesis. (Talavera et al (3), 1998).

El Carbono constituye el dióxido de carbono, que al reaccionar con el agua produce ácido carbónico; y este a la vez reacciona con los minerales disueltos para formar bicarbonatos y carbonatos.

Durante la fotosíntesis, las algas absorben los componentes de carbono del agua del estanque, siendo las fuentes:

- a) El aire (Dióxido de Carbono)
- b) Dióxido de Carbono producido por la respiración
- c) Dióxido de Carbono producido por la descomposición aeróbica
- d) Carbonatos y bicarbonatos disueltos.

Aunque otras, lo utilizan como ingrediente para la preparación del “vómito” (mezcla líquida de fertilizantes orgánicos e inorgánicos), tanto para el control de bacteria; así como, en la proliferación de algas en la columna de agua; mejorando hasta cierto punto, el equilibrio en parámetros de calidad de agua.

Sin embargo, la adición en exceso de materia orgánica (melaza y guano de gallina) al estanque, ha ocasionado problemas de depleción de Oxígeno y aparición de manchas negras en el exoesqueleto en ciertos estanques de camarónicas. Además, también es utilizado como “relleno” y como posible atrayente.

Sus principales características y limitantes son:

- Contiene 2.7 Mcal de Energía Metabolizable (EM) base seca que representa, aproximadamente el 83% de la del sorgo grano. La melaza es rica en azúcares solubles y es de fácil fermentación.
- Su contenido de proteína cruda es bajo: alrededor de 4%.
- Es rica en minerales, por lo que altos consumos o niveles en la dieta suaviza la consistencia del estiércol y hasta puede producir diarrea mecánica, es decir, no infecciosa.
- Tiene 25% de humedad.
- Es un líquido denso. Requiere infraestructura particular para su transporte, almacenamiento e incorporación a los alimentos secos.

### 3.4.1.3 Crecimiento algal

El fitoplancton al ser un organismo autótrofo, emplea nutrientes inorgánicos, agua, CO<sub>2</sub> y la luz del sol para desarrollarse por medio de la fotosíntesis. Esta permite la producción de carbohidratos, grasas y proteínas, la cual puede ser consumida después por los organismos heterótrofos.

El fitoplancton es la base de la cadena alimenticia en las piscinas de camarones. La fotosíntesis es una reacción en la cual la clorofila de las plantas utiliza la energía luminosa para reducir carbón inorgánico hasta carbohidratos, liberando Oxígeno gaseoso en el proceso. Un diagrama simplificado del proceso es el siguiente:

PIGMENTOS



NUTRIENTES INORGÁNICO

Este proceso sirve tanto para crear bloques básicos para aumentar la biomasa vegetal como para guardar energía en forma química. Hay tres puntos importantes que un Acuicultor debe de recordar sobre la fotosíntesis:

1. La fotosíntesis es la principal fuente de energía para Acuicultura.
2. Es la principal fuente de materia orgánica para alimento en ambientes acuáticos.
3. Grandes cantidades de O<sub>2</sub> se liberan durante la fotosíntesis.

Además de la fotosíntesis que se realiza necesariamente en presencia de luz, las plantas tienen otra fuente de energía, que es la respiración. Durante este proceso, los monosacáridos creados durante la fotosíntesis son oxidados para liberar la energía solar guardados en ellos.

Con esta energía y con los azúcares ya creados, más otros nutrientes disponibles del medio, las algas producen todo tipo de compuestos como almidones, celulosa, pectinas, ligninas, taninas, grasas, ceras, aceites, aminoácidos, proteínas y vitaminas.

Un diagrama abreviado de la respiración es el siguiente:



### 3.4.1.3.1 Requerimientos de Nutrientes

Todas las especies de algas tienen requerimientos específicos de nutrientes que deben de absorber del medio externo para su crecimiento. No es nuestro objetivo es el de hablar de los requerimientos específicos de cada especie, ya que estos varían grandemente.

En general podemos decir que los principales nutrientes requeridos para el crecimiento algal son Carbono, Nitrógeno, Fósforo y Potasio, aunque en el caso de las diatomeas también se deberá de incluir al Sílice.

El Carbono inorgánico se encuentra en el agua ya sea como Carbonatos ( $CO_3^-$ ), Bicarbonatos ( $HCO_3^-$ ) o  $CO_2$ , aunque las algas lo utilizan normalmente en forma de  $CO_2$ . El Nitrógeno es el mayor componente de la atmósfera. En las aguas el Nitrógeno se encuentra principalmente en forma de  $N_2$ ,  $NO_3^-$ ,  $NH_4^+$  y de Nitrógeno orgánico.

Las algas pueden utilizar el Nitrógeno como Nitrato o como Amonio principalmente, aunque algunas de ellas como ciertas especies de cianofitas pueden fijar directamente el nitrógeno atmosférico, y otras pueden usar varias formas de Nitrógeno orgánico.

El Ortofosfato es la fuente más importante de Fósforo inorgánico soluble para algas, a pesar de que la mayoría puede obtener también el elemento de fuentes orgánicas.

En aguas estuarinas o marinas normalmente se encuentra suficiente cantidad de potasio para el crecimiento de las algas (rangos de alrededor de 300 ppm.). En aguas estuarinas y marinas las concentraciones de Sílice (como ortosilicato) son más o menos altas (5-30 ppm.). Sin embargo, (Marcillo, 1995) sugiere de que el rápido crecimiento de las diatomeas podría consumir todo el silicato del agua natural volviéndolo limitante.

Investigaciones en tanques realizadas por (Boyd, 1989) parecen sugerir que en aguas con concentraciones de sílice menor a 1 ppm, la adición de sílice aumenta la proporción de diatomeas obtenidas. Sin embargo estos resultados no se los podría extrapolar a aguas con mayor concentración de Sílice.

Existen además otros nutrientes secundarios, requeridos en pequeñas cantidades para el crecimiento de las algas como son Calcio, Magnesio, Azufre, Boro, Hierro, Cobre, Manganeso, Zinc, Cobalto y Molibdeno, pero estos generalmente se encuentran en suficiente cantidad en el agua estuarina (Boyd, 1995).

#### **3.4.1.3.2 Nutrientes Limitantes**

Ya que describimos los nutrientes necesarios para el correcto crecimiento de las algas, podemos señalar que ciertos de estos nutrientes al faltar por una u otra razón en el agua van a causar un detenimiento en el crecimiento de las algas. Generalmente el nutriente que está disponible en menor cantidad respecto al requerido será el limitante. Esto quiere decir que ese nutriente en específico limitará el crecimiento del fitoplancton.

Al agregar una cantidad mayor del nutriente limitante, se incrementara la producción cuando aumenta la concentración del nutriente limitante, se aumenta el crecimiento de las algas.

Aunque varía dependiendo del tipo de agua y de la especie de alga, comúnmente Fósforo y Nitrógeno son los nutrientes más limitantes. En agua dulce generalmente el fosfato es el nutriente limitante, mientras que en aguas salobres lo es el Nitrógeno.

#### **3.4.1.3.3 Curva de crecimiento algal**

Durante la primera fase del crecimiento no suele haber división celular, esta fase se le conoce como "lag" o de adaptación. Cuando las algas se han adaptado al medio, comienzan a dividirse. Puesto que la división da lugar a nuevas células que son a su vez capaces de dividirse, el aumento del número de microalgas se acelera continuamente en proporción geométrica. Esta fase es conocida como fase exponencial.

El número N de algas producido en el cultivo en un tiempo t se puede representar por la siguiente fórmula:

$$N = n \times 2^{kt}.$$

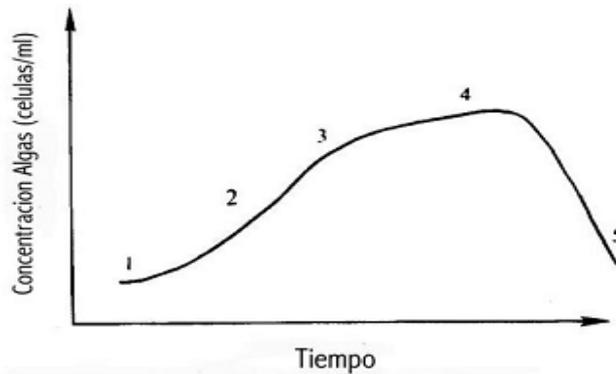
En donde **k** es una constante que depende de las características del medio y del tiempo que tarda el alga en dividirse y **n** es la cantidad de algas que había en el momento t-1. Cuanto más rápido se dividen las algas, mayor será el valor de **k**.

El tiempo medio de división de las microalgas generalmente es entre 2 y 30 horas, variando de especie a especie y dentro de la misma especie dependiendo de las características del cultivo (Coll, 1983). En ambientes tropicales las microalgas se dividen entre 1 y 6 veces por día. La tercera fase o fase estacionaria se produce generalmente como consecuencia de haber agotado todos los nutrientes. Las células no se dividen más y pueden durar en esta fase hasta semanas, aunque lo normal es que empiecen a morir entrando en la última fase del cultivo.

Las razones por las que los cultivos se mueran pueden ser:

- Falta de Nutrientes: Al crecer las algas en forma acelerada, ellas pueden consumir totalmente alguno(s) nutrientes esenciales, causando su propia muerte.
- Falta de CO<sub>2</sub>: Debido a las mismas razones.
- Aumento del pH debido a las altas densidades, debido al consumo de CO<sub>2</sub>.
- Reducción de la exposición a la luz por aumento en la densidad: Al hacerse las algas muy concentradas, se aumenta la turbidez, lo cual causará que las algas que se encuentren más allá de donde la luz llegue no reciban suficiente luz y mueran.
- Autoinhibición mediante la acumulación de catabolitos.

En poblaciones naturales, donde existen varias especies de algas, se ve un fenómeno en el cual se traslapan las curvas de crecimiento. Esto es, la fase de decaimiento de una especie coincide con el inicio de la fase de crecimiento de otra, contribuyendo la especie que está muriendo con nutrientes para este nuevo cultivo.



**Imagen N°2:** Curva de crecimiento algal

#### **3.4.1.3.4 Variaciones en composición de poblaciones**

El fitoplancton que hay en piscinas camaroneras incluye miembros de los siguientes grupos taxonómicos: Bacilliarophycea (Diatomeas), Chlorophycea (Algas verdes), Cyanophycea (Algas verdes-azul) y Dynophycea (Dinoflagelados).

##### **➤ Clase Bacilliarophycea**

Conocidas comúnmente como diatomeas. Estos microorganismos son unicelulares de paredes silíceas y son consideradas como el mejor alimento natural para los camarones si se comparan con otros tipos de algas (Boyd, 1990).

Muchas Diatomeas poseen modificaciones para asegurar su suspensión y supervivencia en la zona fótica. Las adaptaciones morfológicas (forma celular, el tamaño y formación de colonias), fisiológicas y físicas pueden ayudarles a quedar suspendidos. Los mecanismos fisiológicos que aumentan la flotación de las diatomeas no móviles incluyen: la regulación de los iones en el citoplasma, presencia de vacuolas, producción de gases debido a la actividad fotosintética y la secreción de delgados filamentos de mucílago. Dos factores físicos importantes se consideran en la suspensión de las diatomeas: la viscosidad del agua y la circulación vertical; esta última es quizás la más importante en las migraciones estacionales de las células.

Los géneros de diatomeas más comúnmente reportados en estanques de camarones son: *Navícula*, *Nitzschia*, *Diploneis*, *Tropidoneis*, *Cyclotella*, *Coscinodiscus* etc.

### ➤ Clase Chlorophyceae

Comúnmente conocidos como algas verdes. Abarca un grupo muy grande y variado de organismos, los cuales están limitados casi en su totalidad a las aguas dulces. Hay aproximadamente 5 500 especies y casi el 90 % vive en ambientes de agua dulce. Sin embargo, se presentan con frecuencia en el suelo y en ambientes marinos. Sobresalen los siguientes géneros: *Tetraedron*, *Scenedesmus*, *Closterium*, *Pediastrum*, *Chlorella*, *Oocystis*, *Coelastrum*, *Isochrysis* etc. (Chow, 2000).

### ➤ Clase Cyanophyceae

Conocidas comúnmente como algas verdes - azules. Comprende un grupo primitivo de organismos con organización procariota, que se caracterizan generalmente por presentar reproducción binaria y división celular amitótica. Son cosmopolitas, viven en ambientes marinos, en agua dulce y en las rocas del desierto. La mayoría muestran gran adaptabilidad evolutiva a los cambios de salinidad por medio de modificaciones genéticas y presentan una distribución amplia con respecto a la salinidad. La vacuola contráctil constituye el principal organelo osmorregulatorio de estos organismos (Chow, 2000).

Muchos representantes de este grupo tienen forma filamentosa, así como formas coloniales. Todas con envoltura gelatinosa. La mayoría de las cianofíceas filamentosas (excepto las Oscillatoriaceae) poseen células especializadas llamadas heterocistes, que bajo condiciones aerobias ocurre en ellas la fijación de Nitrógeno molecular.

La formación de heterocistes y la fijación de Nitrógeno por las algas verde - azules son inhibidas en presencia de Nitrógeno combinado accesible en forma de Nitrato o Amonio. Se ha comprobado que el número de heterocistes presentes en *Anabaena* spp se corresponde bastante bien con la capacidad de fijación de Nitrógeno. La proliferación de algas verdes-azules en los ecosistemas acuáticos, es favorecida por la flotabilidad positiva de sus células (presencia de vacuolas de gas, secreción de mucílago) y al escaso consumo que hacen de ellas los animales. Su abundancia es generalmente asociada a altas temperaturas y altas concentraciones de materia orgánica. Además, es bien sabido que las Cyanophyta son abundantes en el plancton, cuando aumenta la eutroficación.

Los géneros que sobresalen en los estanques de cultivo se mencionan: *Oscillatoria*, *Lyngbya*, *Anabaena*, *Chroococcus*, *Microcystis*, *Spirulina*, *Merismopedia*, *Anabaenopsis* entre otros.

➤ **Clase Dynophyceae**

Esta división incluye a los dinoflagelados. Desempeñan un papel importante en el ambiente marino por varias razones: son productores primarios importantes, son la base de los florecimientos de algas marinas llamadas mareas rojas y son simbiontes importantes de varios invertebrados.

Ecológicamente, tres factores básicos parecen ser comunes a todas las mareas rojas: hay un aumento en la población, hay condiciones favorables para el surgimiento del florecimiento (salinidad, temperatura, nutrientes) y mantenimiento de movimiento de mareas rojas por factores oceanográficos y meteorológicos (Chow, 2000).

**Tabla N° 9:** Densidades óptimas del fitoplancton en estanques de camarón (Clifford, 2000)

Tipo	Mínimo cél/ml	Máximo cél/ml
Diatomeas	20,000	-----
Chlorophyceae	50,000	-----
Cyanophitas	10,000	40,000
Dinoflagelados	-----	500
Total	80,000	300,000

Debido a las dificultades que presenta realizar contajes directos de algas, en general se usa la turbidez o profundidad de visibilidad del disco Secchi como indicador de concentración de las mismas.

En general se considera la turbidez como un buen indicador de la concentración algal. Es una buena medida corregir los datos de lectura de turbidez con contajes microscópicos de alga para cada camaronera por época, para tener una idea razonable de los rangos de concentración algal que corresponden a dichas mediciones.

Para reducir en algo la variación debida a la turbidez por sedimentos o a otras causas, es recomendable que las mediciones las haga una misma persona a una hora determinada y en un lugar donde no se cause turbulencia en el agua como por ejemplo en un muelle.

#### **3.4.1.3.5 Caracterización del Fitoplancton en los estanques**

Para la caracterización es necesario llevar a cabo la siguiente rutina:

1. Toma de muestras: Las muestras pueden ser tomadas de diferentes maneras dependiendo del propósito, abundancia y el tamaño de los estanques:
  - a. Directamente del agua del estanque en botellas de 250ml cuando hay abundancia de fitoplancton o en botellas de 2.000 ml cuando es escasa en fitoplancton.
  - b. Con la Botella Van-Dorn horizontal o vertical a media columna de agua o en diferentes niveles de la columna de agua si se quiere realizar alguna determinación en particular.
  - c. O con redes de arrastre, con o sin medidor de flujo, para estanques grandes y con baja concentración de fitoplancton.
2. Fijación. Cuando las muestras no van a ser analizadas de inmediato, es necesario preservarlas. Para ello se utiliza una solución formol al 5 % o de lugol al 10%, que a la vez sirve para la tinción de las células.
3. Identificación. Para propósitos prácticos no es necesario identificar hasta especie ni género sino al nivel de grupo mayor como clase (Clorofíceas, Dinofíceas, etc.). Para ello son útiles las claves de identificación de (Hasle y Syvertsen, 1997).
4. Evaluación. La evaluación de esta comunidad se puede hacer por la cuantificación del número de células o por estimación de la biomasa fitoplanctónica. Para el conteo se pueden utilizar las cámaras SedwickRaffter o los hematocitómetros o cámara Neubauer.

Los conteos en el hematocitómetros se realizan en los 4 cuadros de las esquinas, los cálculos se llevan a cabo con la siguiente fórmula:  $N^{\circ} \text{ Células/ml} = C * 2,500$ . Donde C = Número de células contadas en los 4 cuadros

#### **3.4.1.4 Alimento y alimentación**

Los alimentos y la forma de uso influyen tanto el crecimiento, sobrevivencia, Factor de Conversión Alimenticia (F.C.A), cantidad de nutrientes entregados al sistema y costo de producción. El éxito de la actividad acuícola es transformar productos de alto valor. (Talavera, 2008).

##### **3.4.1.4.1 Importancia del alimento**

Cuando la densidad de los camarones, así como los requerimientos de producción, son tales que la productividad del cuerpo del agua por sí solo no puede sostener o no sostiene en forma adecuada el crecimiento de los animales, entonces se hace necesario el suministro de una dieta suplementaria exógena que pueda ser ofrecida en forma directa como un recurso suplementario de nutrientes para el cultivo; en este sistema, los requerimientos dietéticos de los organismos en cultivo son satisfechos por una combinación de alimento natural y alimento suplementario.

La importancia relativa de los alimentos naturales y los alimentos suplementarios, en la nutrición de los camarones en sistema de cultivo extensivo, semi-intensivo e intensivo, presenta la ventaja de combinar dietas suplementarias con fertilización, es que permite el uso de mayores densidades de siembra de camarones, favorece un rápido crecimiento y en consecuencia resulta en rendimientos de cultivo más altos en una estación de crecimiento. (FAO, 1982).

##### **3.4.1.4.2 Métodos de alimentación**

Todo productor sabe que el manejo del alimento implica cualquier método que mejore el crecimiento y supervivencia, bajo factor de conversión y que cause el menor impacto ambiental. El manejo del alimento implica decidir sobre: Qué tipo de alimento se va a usar, cuándo y cuánto se va a suministrar, y cómo se controlará el suministro para poder realizar un buen manejo.

Como lo recuerdan (Cook y Clifford, 1997), uno de los problemas con el cultivo del camarón es que el camaronero no puede observar sus animales. Por lo tanto, no hay indicador visual que permita al camaronero seguir de cerca la sobrevivencia en cada una de sus piscinas y es por eso que surge el sistema de aplicación al voleo llamado "blindfeeding" o alimentación a ciegas. En la búsqueda de mejorar el sistema de ajuste de la ración de las variaciones de las necesidades del camarón en alimento balanceado (Cook y Clifford, 1997) se decidió pasar de una alimentación a ciegas (al boleó) a una alimentación completa en charolas, comederos o bandejas con el fin de observar sistemáticamente los alimentos no consumidos y añadir alimento solamente cuando se necesitaba (Viacasa, 1995).



### **Al boleó**

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 supervivencia estimada, el número de días que dura una campaña de cultivo, productividad de cada estanque, estación del año, etc.) (Talavera, et al (1), 1998).

**Tabla N°10:** Ajuste de la cantidad de alimento basado sobre los valores de Oxígeno Disuelto

<b>Ajuste de la Tasa de Alimento</b>	
3.0	Sin cambio
2.5-3.0	Reducir la tasa de alimentación en 50% y alimentar toda la ración en la tarde
< 2.5	No alimentar ese día
< 2.0	No alimentar ese día, bajar el nivel de agua en el estanque a 90 cm. e iniciar el recambio continuo hasta que los niveles de oxígeno alcancen > 3.0 mg/L

(Jory, 1995)

**Tabla N° 11:** Ajuste sugerido para el programa de alimentación de acuerdo a la temperatura

<b>Especie y rango T °C</b>	<b>Acción</b>
<u><i>Litopenaeus vannamei</i></u> 22-24	Reducir el alimento en 50%
< 22	No alimentar.

(Clifford, 1992)

Con la alimentación al boleto 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 boleto 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.

Debemos 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 boleto encarece el costo de la campaña, por los desperdicios o sobrante que quede; además de llegar a ser un fertilizante orgánico caro o malograr los fondos.

El método al boleto 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. (Talavera, et al (1), 1998).



## **Bandejas**

Esta herramienta juega un papel muy importante en el proceso de alimentación y crianza de camarón ya que sirve para suministrar las diferentes dosis de alimento en las diferentes etapas del cultivo (desde estadios post-larva, hasta la cosecha). Con la utilización de esta herramienta se logra controlar el consumo, evitar el deterioro de la calidad del agua y fondo de la piscina. Además en el proceso de manejo sirve para hacer una evaluación aproximada de la biomasa existente y para la detección temprana de enfermedades o anomalías en el cultivo. (Talavera, et al (2), 1997).

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 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. (Talavera, et al (1)1998).

### **3.4.1.4.3 Factor de conversión alimenticia (F.C.A)**

La comparación de la cantidad de alimento abastecido y el crecimiento del camarón permite que sea calculado la tasa o factor de conversión alimenticia (T.C.A). El F.C.A es una medida del peso del camarón producido por kg de alimento abastecido. Varía dependiendo de la densidad de siembra, calidad del alimento y tamaño del camarón cosechado.

También este factor puede ser influenciado por otras razones tales como:

- Mortalidad repentina del camarón durante la fase de cultivo, sin poder recuperar biomasa posteriormente.
- 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.
- Aporte de alimento suplementario junto con el balanceado y/o gran producción de alimento primario en el estanque.
- Robo del camarón o pérdida del alimento antes de suministrarlo al estanque.

El F.C.A. varía durante el ciclo de producción y entre las poblaciones, pero es una guía muy buena y debería ser entre 0.6-1.0 en camarones de hasta 10 gramos de peso y entre 1.0 y 1.3 para tallas mayores. Idealmente no debe ser mayor de 1.5.

Para mejorar el F.C.A. es incrementar el número de comederos, aumentar el número de dosis diarias de alimento y si es posible entregando en porcentajes teniendo en cuenta la actividad del camarón (menor cantidad de alimento en el día que durante la tarde o noche); mejor preparación y manejo del fondo y agua de los estanques para estimular el desarrollo de la productividad primaria. (Talavera, et al (1), 1997).

#### **3.4.1.4 Fisiología alimenticia de los camarones**

En vista de la pequeña cantidad de reservas energéticas que son capaces de almacenar en su organismo los camarones, se hace resaltar la importancia de la disponibilidad de alimento para su crecimiento. Los camarones privados de alimento consumen menos oxígeno que los camarones alimentados, fenómeno que podría tener aplicación útil en el camarón durante el cultivo.

Todo conocimiento que contribuya a esclarecer la influencia de los factores ambientales en los procesos fisiológicos permitiría mejorar las prácticas de cultivo. Se precisa de más información sobre la eficiencia alimentaria y la preferencia en materia de alimentos. (Orozco y Urbina, 2010).

El consumo de alimento artificial por parte de los camarones cambia considerablemente como resultado de la intensidad de la luz, calidad de agua y suelos del estanque, disponibilidad de alimento natural, hora del día, estadio de muda, tamaño del camarón y enfermedades. El comportamiento de algunas especies como sucede los Litopeneidos, hace que una gran cantidad de alimento suministrado no sea consumida inmediatamente, sino en pequeñas dosis durante un lapso de tiempo bastante largo (Chamberlain, 1998).

#### **3.4.1.5 Variables que influyen en que el camarón no se alimente**

Las variables que influyen en que el camarón no se alimente son: la muda y el estrés. A continuación la descripción de cada una.

##### **3.4.1.5.1 Muda**

La muda en los camarones es un proceso usado para crecer, pero no siempre es uniforme en el tiempo, es afectado por varios factores como las fases lunares. El hecho importante que relaciona la muda con el crecimiento es que cuando el animal pierde su viejo esqueleto, inmediatamente comienza a absorber agua aumentando su volumen con lo cual la nueva cutícula se expande; luego el volumen ocupado por el agua es reemplazado por tejidos y en esa forma el camarón crece. (Herrera y Martínez, 2009).

Una de las particularidades de la presencia de un exoesqueleto rígido en los crustáceos es, la restricción del crecimiento a períodos bien definidos. Naturalmente, esta característica implica la eliminación del antiguo exoesqueleto y la formación de un tegumento nuevo y generalmente de mayor tamaño, siendo el conjunto de estos sucesos conocido como ciclo de muda, este se divide en las siguientes fases:

- Post-ecdysis o post-muda inmediata: El animal acaba de abandonar la exuvia, continuando la secreción de la nueva cutícula, en esta etapa el exoesqueleto es suave y blando.
- Post-muda: Exoesqueleto blando suficientemente rígido para soportar al animal, comenzando a endurecerse las diferentes capas de la nueva cutícula.
- Intermuda: Exoesqueleto está completamente formado todo el exoesqueleto se engrosa y endurece. Hay crecimiento de tejidos y acumulación de reservas).
- Premuda o proecdysis: Preparación morfológica y fisiológica para etapa final; (D0 - D1) premuda temprana, (D2 - D3) premuda tardía, se reabsorben los minerales y materiales orgánicos del exoesqueleto y se deposita parcialmente el nuevo exoesqueleto, debajo del viejo.
- Ecdysis: Etapa en la cual la cutícula vieja se desprende, el animal se desprende del viejo exoesqueleto; es el momento de la exuviación. (Herrera y Martínez, 2009).

#### **3.4.1.5.2 Estrés**

El estrés ambiental afecta significativamente la utilización y flujo de energía en un organismo debido a que hay un efecto directo sobre su metabolismo. El estrés generalmente se presenta en sistema de cultivo, ya que los organismos expuestos a condiciones variables o francamente adversa de varios parámetros, como por ejemplo: temperatura, salinidad, O.D, densidad, metabolitos tóxicos entre otros (Beamish, et al, 1996)

También las actividades comunes en una granja como: manipulación de organismos en biometrías, limpieza de tanques de cultivo, recambio de agua, etc., provocan un estrés adicional a los organismos.

Por otro lado, en el ambiente marino, difícilmente existirán este tipo de condiciones debido a que la mano del hombre no modifica las condiciones ambientales; aunque trae consigo sus propias condiciones estresantes como la pesca, competencia por alimento, presencia de depredadores, descargas de aguas residuales al mar entre otros.

El estrés provoca un aumento significativo en la demanda energética debido al aumento en el metabolismo y a las reacciones de alarma que emite el sistema nervioso al percibir un estado de estrés. (West, *et al*, 1993).

### **3.5 Muestreos**

#### **3.5.1 Muestreo Biológico**

Se refiere a técnicas empleadas en el análisis parcial de un grupo de casos o eventos, a efecto de obtener cierta probabilidad. Los muestreos biológicos son la base en la Camaronicultura ya que uno de ellos depende obtener datos como población, sanidad de los organismos, ajuste de alimento etc. Los cuales permiten un mejor control y manejo en el crecimiento de los camarones.

##### **➤ Crecimiento acumulado**

El crecimiento y desarrollo de los animales se manifiesta como un aumento coordinado de las partes del organismo a intervalos definidos de tiempo, en forma característica para cada especie. (Martínez, 2012)

El crecimiento de un organismo guarda una relación directa con su edad (Teichert, 1994). En camarones, las variaciones que se dan en el ambiente causan en la fisiología del animal un balance que puede ser positivo o negativo en períodos cortos.

La influencia de los factores físico químicos como oxígeno disuelto, temperatura, salinidad, pH, entre otras pueden hacer efectos sobre el crecimiento. Así mismo factores genéticos, la alimentación, las enfermedades, la calidad del agua, el manejo de los estanques, entre otros afectan el crecimiento.

En los crustáceos y especialmente en decápodos el crecimiento en longitud está íntimamente relacionado con la muda. En cada muda el viejo exoesqueleto es eliminado y tiene lugar un súbito incremento de tamaño como resultado de la absorción de agua, que ocurre antes de que el nuevo tegumento se endurezca. (Martínez, 2012)

### **3.5.2 Muestreo de crecimiento**

Los muestreos de crecimiento deberán realizarse con dos objetivos fundamentales, uno para determinar el peso promedio de la población y el segundo es de estar en contacto directo con los camarones y hacer una evaluación objetiva de su condición de salud, basada en la observación de los camarones.

Los muestreos de peso pueden hacerse en cualquier día de una luna a otra solamente debe saberse de que una semana después de cada luna se incrementa la muda de los camarones en los estanques. Es por ello que los muestreos de población solamente entre el día de la luna y 4 días después (lo que llamamos de la 4<sup>ta</sup> a la 7<sup>ma</sup> repunta). Después de este periodo los camarones tienden a agregarse, es decir, que se amontonan y andan agrupados en los estanques hasta la primera repunta.

En el proceso de cultivo de camarón es indispensable conocer la biomasa existente en el estanque para poder realizar los cálculos de alimento a suministrarse para el crecimiento normal; y a la vez, obtener datos de producción necesarios para los planes de comercialización futura del producto y planificación de los flujos de caja.

#### **3.5.2.1 Ritmo de crecimiento**

Es el crecimiento en peso de los organismos en un periodo de tiempo determinado, por ejemplo una semana. Los camarones en sistemas artesanales crecen a un ritmo promedio de 0.5 a 0.7 gramos por semana.

En sistemas de producción semi intensivo su ritmo de crecimiento puede ser alrededor de 1 g por semana en invierno y de 0.7 en verano. En sistemas con aireación el crecimiento esperado puede andar entre 1.5 a 1.8 gramos por semana, según la capacidad de carga del estanque. (Martínez, 2012).

### **3.5.2.2.Tasa de crecimiento**

La tasa de crecimiento es una poderosa herramienta que sirve como indicador del estado de la población de camarón dentro de un estanque. La tasa de crecimiento se debe estimar semanalmente a partir de los muestreos de crecimiento (peso y/o longitud), tanto para camarones juveniles como camarones en la etapa de engorde, hasta la cosecha. (Talavera, et al, 1998).

La tasa de crecimiento es la diferencia existente entre las tasas de catabolismo y anabolismo. De esta manera, crecimiento es el resultado neto de la acumulación y de la destrucción del material celular (Orozco y Urbina, 2010).

*L. vannamei*, tiene el potencial de crecer tan rápido como *P. monodon* (3g/semana) hasta 20 gramos (que es la talla máxima usualmente cultivada de *L. vannamei*) bajo condiciones de cultivo intensivo (hasta 150 pls/m<sup>2</sup>). Puede inclusive seguir creciendo aunque más lento (particularmente los machos) hasta 1 g/semana por encima de los 20g. (Wyban y Sweeny, 1991).

La tasa de crecimiento permite conocer el comportamiento de los camarones, en cuanto a su desarrollo, condiciones de muda y su respuesta a su relación alimenticia. La tasa de crecimiento depende de: Calidad de agua, Densidad de siembra y la especie en cultivo, cantidad y calidad de alimento, temperatura del agua, edad de los camarones y salud de los camarones (Martínez, 1994).

La tasa de crecimiento de los camarones es influenciada por factores ambientales, genéticos, biológicos y nutricionales. La temperatura del agua, es el principal factor que afecta las tasas de crecimiento estacional; y por lo tanto, afectara las ganancias semanales en peso durante los meses calurosos y fríos del año.

### **3.5.3 Muestreo poblacional y sobrevivencia:**

Existen dos maneras de evaluar las poblaciones de camarones: la primera, mediante el uso de atarraya; y la segunda, a través del consumo de alimento en comederos. Ambos tipos de muestreos permiten tener un margen de confiabilidad de entre el 90-95%.

Los factores que influyen en los resultados son: período de muda (fase lunar, siendo favorable 3-4 días después de luna nueva o llena), nivel del fondo del estanque, tamaño de malla y peso de la atarraya, experiencia del atarrayero, altura de la columna de agua; además, número de comederos por hectárea, control continuo del alimento en los comederos (> 2 dosis/día), observación del estado fisiológico del camarón (anorexia, presencia de enfermos). (Talavera, et al (2),1998).

### ➤ **Rendimiento Productivo**

Las mejores prácticas de alimentación son las que proporcionan la cantidad y calidad adecuada de alimento a los organismos, para lograr el máximo rendimiento, con el menor costo, tanto económico como ecológico (Seiffer y Andreatta, 2004).

En sistemas de cultivo semi-intensivos, gran parte de la nutrición de los camarones depende del alimento natural que crece en los estanques (Martínez-Córdova, 2008), sin embargo se dificulta mantener una adecuada biomasa de estos organismos, durante todo el período de cultivo, para que puedan representar una contribución significativa a la nutrición de los mismos, por lo que se requiere suministrar alimento formulado en dependencia de la fase del cultivo.

Los programas de alimentación que comúnmente aplican las granjas camaroneras semi-intensivas incluyen el uso de piensos con alto nivel de proteína para el engorde inicial, seguidos por raciones de bajo nivel de proteína cuando los camarones son más grandes.

A medida que la biomasa de camarón aumenta, la presión sobre el alimento natural se incrementa hacia los niveles que se consideran el límite de la contribución al crecimiento y el alimento suplementario será requerido para mantener la ganancia en peso deseada en el camarón (Villamar, 2000).

## IV. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1 Área de estudio:

El estudio se desarrolló en el Laboratorio de Investigaciones Marinas y Acuícolas (LIMA) de la UNAN-León, ubicado en la comunidad de Las Peñitas-Poneloya a 20 km de distancia de la ciudad de León, en la zona 16P, con coordenadas Este 494455.49mE, coordenada Norte 1367308.12mN, en el período comprendido de Agosto a Octubre de 2012.

### 4.2 Dispositivo experimental

El dispositivo experimental consistió en seis recipientes de fibra de vidrio de forma circular de 1.38 m<sup>2</sup>. El agua fue tomada por medio de una bomba centrífuga de 5Hp Marca Baldor-Reliance ubicada en la playa Las Peñitas, luego fue bombeada hacia un reservorio de 11.53 m de largo por 4.6 m de ancho y 1.54m de altura mediante una tubería de 3 pulgadas de diámetro.

El agua proveniente del mar fue filtrada por medio de la arena de la costa, esto fue, porque el tubo de toma agua con el filtro y cheque se encontraba a 1 metro de profundidad debajo de la arena en la playa. Una vez el agua depositada en el reservorio fue bombeada por medio de una bomba sumergible la cual empuja el agua a través de una manguera de 2 pulgadas de diámetro a todos los recipientes del experimento.

### 4.3 Diseño experimental

Para este estudio se trabajó con un sistema de producción semi-intensivo con la especie de camarón *Litopenaeus vannamei*, este estudio comprendió dos tratamientos: Uno aguas fertilizadas con Ferti-Lake y el otro tratamiento aguas fertilizadas con fertilizante experimental.

En ambos tratamientos se hicieron tres repeticiones y se utilizaron postlarvas procedentes del laboratorio FARALLONA Aquaculture de Nicaragua y llevadas a la etapa juvenil en pilas de concreto del LIMA durante 30 días.

Luego fueron transferidas a 6 recipientes de fibra de vidrio, de los cuales en 3 recipientes el agua se fertilizaba con fertilizante experimental y en los otros tres recipientes con fertilizante comercial Ferti-Lake. Se sembró a una densidad de 12 juveniles por metro cuadrado.

#### 4.4 Fertilización:

Fertilizante experimental:

**Tabla N° 12:** Ingredientes del fertilizante experimental

<b>Ingredientes</b>	<b>Cantidad a utilizar</b>
Urea	0.05 lb
Super Triple Fosfato	0.17 lb
Maíz	1.53 lb
Soya	1.77 lb
Harina de pescado	1.77 lb
Melaza	500 ml

#### Preparación:

Para la elaboración de este fertilizante se procedió a la elaboración de la harina de pescado. Para esto se compró en el mercadito de Sutiaba (León) la cantidad de 6 libras de pescado de segunda clase (Güicho). Se lavó, se hizo en trozos, luego se hizo un pre-cocido (1 minuto en agua hirviendo), se secó en un secador de bujías artesanal, luego se molió a un grosor de 0,8mm.

Se obtuvo soya y maíz en el mercado local. Se procesó hasta alcanzar una partícula de 0.8mm por medio de un molino de granos convencional. Se mezclan todas las harinas y se le agrega melaza diluida, triple superfosfato y urea. Esta mezcla se dejó fermentar, y finalmente esta pasta se utilizó como fertilizante.

Fertilizante comercial:

Se utilizó el fertilizante comercial Ferti-Lake (15-0-9) es un fertilizante acuícola, 100% soluble, a base de Nitrógeno Nítrico.

### **Aplicación del fertilizante:**

La fertilización inicial se hizo 10 días previos a la siembra de los camarones con los dos tipos de fertilizantes aplicados en este experimento. Durante el llenado de los dispositivos se aplicó la mitad de la dosis de la fertilización y al completar el nivel operativo de la columna de agua se completó la dosis del fertilizante a aplicar a cada dispositivo.

La fertilización rutinaria se realizó en dependencia del monitoreo de las siguientes variables: Coloración y la turbidez del agua. Considerando estas situaciones y si era necesario realizar la fertilización se procedía a disolver ambos fertilizantes en un recipiente antes de aplicarlos a los dispositivos, luego se distribuía en cada uno mediante el sistema de boleo, cabe señalar que la aplicación del fertilizante se realizaba el día que era necesario a las 9:00 de la mañana. Posteriormente se esperó la reacción del fertilizante de 2 días y si era necesario volver a fertilizar se aumentó la dosis para un florecimiento de fitoplancton y garantizar la productividad primaria en cada dispositivo.

### **4.5 Toma de Factores físico químicos:**

La toma de factores físicos y químicos del agua de las tinas se realizaron a una hora específica durante todo el ciclo experimental, a partir del primer día después de la siembra, éstos se tomaron de la siguiente manera:

#### **4.5.1 Temperatura (T°C)**

La medición de la temperatura se tomó con un oxígeno metro, se introdujo al agua el electrodo que tiene sensor térmico que determina su temperatura, luego el resultado se anotó en la bitácora. Éstas se tomaron a las 6:00 am y 6:00 pm.

#### **4.5.2 pH:**

Se utilizó un pHmetro marca pHep. ByHANNA. H98108. Éste se introdujo 4 cm aproximadamente por debajo de la superficie del agua de la tina, para medir la concentración de iones de hidrógeno y evaluar si ésta era básica o ácida. Se midió a las 6 am y 6 pm.

### **4.5.3 Salinidad (‰)**

Para medir la salinidad se utilizó el refractómetro BIO-MARINE. INC, Aqua fauna model: ABMTCSalinity 0-100 ppm, debidamente calibrado, éste se tomó una vez al día (6:00 AM). Se tomaron unas gotas de agua de la tina, ésta se colocaron en el cristal del refractómetro, el cual poseía un graduado que indicaba el porcentaje de salinidad del agua, el resultado se anotó en la bitácora.

### **4.5.4 Transparencia:**

Se registró a las 12:00 m, introduciendo un disco de Secchi, éste tenía un diámetro de 30 cm, caracterizado por 4 cuadrantes pintados, 2 de blanco y 2 de negro, éste llevaba una cuerda vertical donde éste se encuentra marcado con un intervalo de 5 cm, se utilizó para medir la profundidad a la que la luz solar se atenúa y se pierde en la columna de agua.

### **4.6 Conteo e Identificación de Fitoplancton**

Para el conteo e identificación de las especies de fitoplancton se realizaron muestreos cada tres días de la siguiente manera: Se obtuvo agua de cada tratamiento en un frasco de 250ml, se fijó la muestra con Lugol y luego se cuantificó utilizando un hematocitómetro para ser observada en un microscopio, el resultado obtenido de los cuatro cuadrantes se multiplicó por 2,500.

### **4.7 Aplicación del alimento:**

Se le suministró alimento peletizado Biocamaronina con un 25% de proteína, para esto, se realizó una tabla de alimentación y se aplicó en 2 raciones al día, distribuido de la siguiente manera: una a las 8:00 AM y a las 4:00 PM, mediante el sistema de boleo.

## 4.8 Estudios poblacionales:

### 4.8.1 Factor de Conversión Alimenticia (F.C.A):

Este factor se calculó tomando en cuenta el total de alimento aplicado en gramos semanalmente y se dividió entre el total de la biomasa obtenida en gramos. En donde se valoró la cantidad de alimento necesario para producir un gramo de camarón con las respectivas dosis.

$$\text{FCA} = \frac{\text{Alimento Suministrado en gramos}}{\text{Biomasa en gramos}}$$

El resultado obtenido es la cantidad de alimento que se necesita para producir 1 lb de camarón con ese porcentaje de alimentación. (Pradepesca, 1991).

### 4.8.2 Crecimiento acumulado:

Este parámetro se determinó después de la primera semana de siembra. Para la determinación del crecimiento en peso promedio, se capturaron los doce camarones los cuales se tomó a cada uno de los organismos y se pesó en una balanza gramaramarca Sprint de 400 gramos de capacidad. Para evitar el maltrato de los animales, el pesaje se realizó de la siguiente manera: Cada organismo se colocó en un trapo húmedo y se ubicó en la balanza, se anota el peso y se regresa el animal al agua, luego se pesa el trapo nuevamente y se registró el valor del peso. Por diferencia de los dos valores se obtiene el peso del animal.

Una vez pesados los organismos uno a uno, se sumaron los pesos de cada camarón y se dividió entre la cantidad de camarones capturados, el resultado es el peso promedio de esa semana, a la cual se le agregó el peso promedio de cada semana.

$$P_x = \text{Sumatoria } (X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, \dots, X_n) / X_t$$

Donde

$P_x$  : Peso promedio

$X_t$ : número total de organismos pesados

$X_1$ ;  $X_n$ : peso de organismos individuales.

#### 4.8.3 Ritmo de crecimiento

Para calcular el ritmo de crecimiento, se tomaron los datos de peso del camarón de la semana actual y se le restó el peso de la semana anterior, obteniéndose como resultado el ritmo de crecimiento semanal de los camarones.

$$RC = \text{Peso Actual} - \text{Peso Anterior}$$

#### 4.8.4 Tasa de crecimiento:

Se entiende como tasa de crecimiento a la velocidad con que crecen los camarones en diferentes momentos, éste se calculó por medio de la siguiente ecuación:

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

#### 4.8.5 Supervivencia:

La supervivencia se calculó en cada muestreo poblacional del experimento, donde se sumaron todos los camarones cosechados y luego se dividió entre la cantidad de organismos sembrados, el resultado se multiplicó por 100.

Es decir:

$$\text{Supervivencia} = \frac{\text{Camarones cosechados}}{\text{Camarones sembrados}} \times 100$$

#### 4.9 Rendimiento productivo:

Se obtuvo por medio de la cantidad de individuos cosechados por el peso promedio alcanzado por la población, entre el área del recipiente, es decir, son los gramos cosechados o biomasa.

Estos gramos fueron expresados en lb/ha.

$$RP = \frac{N \cdot P}{A}$$

Donde

RP=Rendimiento productivo

N= Cantidad de individuos

P= Peso promedio alcanzado

A= Área del recipiente

#### **4.10 Manejo de datos:**

Una vez obtenida la información se analizaron los datos mediante el software Microsoft Office Excel 2007, Copyright © 2008 Microsoft Corporation. Para ello, se realizaron gráficos donde se definieron las variables de tiempo y se relacionaron con cada uno de los factores ambientales. Además se analizaron las variables tiempo con: crecimiento acumulado, ritmo de crecimiento, Sobrevivencia, Rendimiento productivo y Tasa de crecimiento.

## V. RESULTADOS Y DISCUSIONES

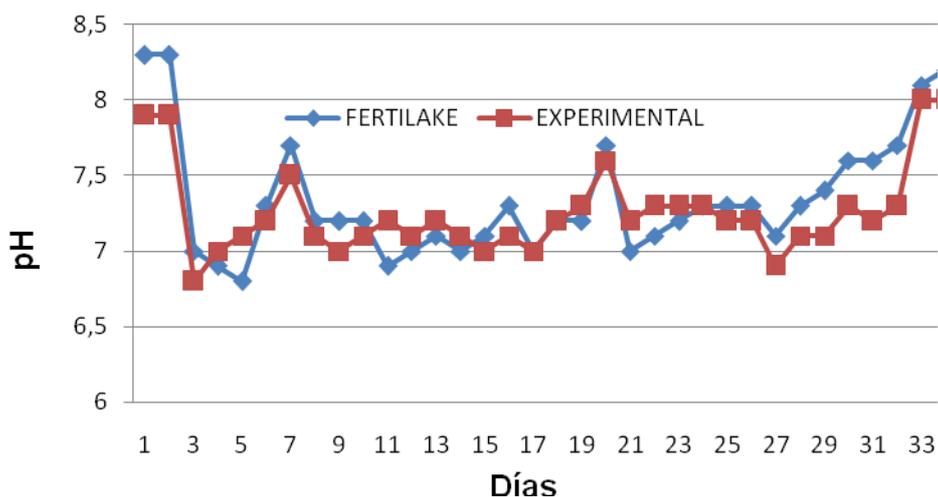
### 5.1 Comportamiento de los factores físicos químicos

#### 5.1.1 pH

Los registros de pH del agua obtenidos durante el estudio para el fertilizante Ferti-Lake los puntos más alto fueron los 2 primeros días del experimento con 8.3 y en la condición de aguas fertilizadas con el fertilizante experimental fueron los últimos dos días con 8.0, mientras los intervalos más bajos se presentaron del día 3 al día 5 con 6.8 para las dos condiciones.

Según Boyd(1998), durante el día el fitoplancton consume Dióxido de Carbono y el pH del agua aumenta. Por la noche, el fitoplancton no utiliza el Dióxido de Carbono, pero todos los organismos del estanque sueltan Dióxido de Carbono durante la respiración y a medida que se acumula el Dióxido de Carbono el pH baja. Según Martínez (2012) los niveles de 6.5 a 9 son los valores óptimos para el cultivo de los camarones.

Los valores de pH del agua durante la investigación oscilaron en los intervalos óptimos para el crecimiento de los camarones, permitiendo el buen desarrollo de los organismos en cada una de las condiciones.



**Gráfico**

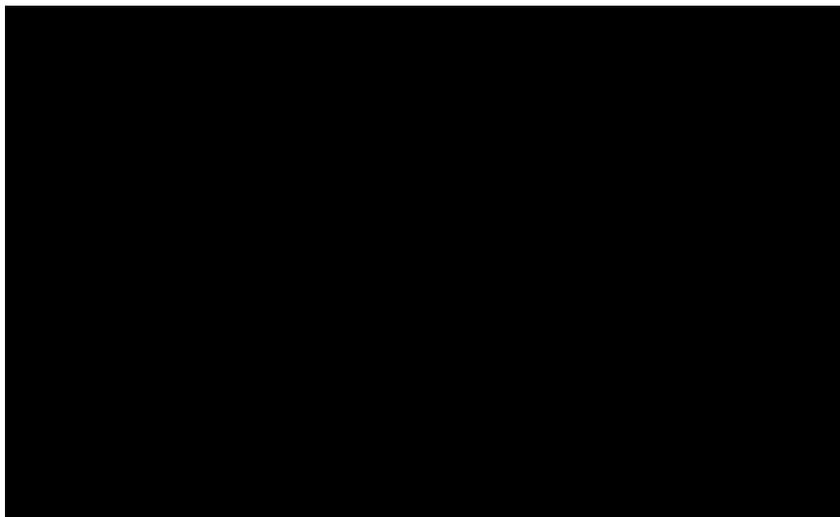
**Nº1:** Dinámica del pH en el cultivo de *Litopenaeus vannamei* en dos condiciones experimentales: Uno en aguas fertilizadas con Ferti-Lake y otro con fertilizante experimental.

### 5.1.2 Temperatura

Con respecto a la temperatura registrada en aguas fertilizadas con Ferti-Lake y con el fertilizante experimental, los valores más altos se registraron los días 20 y 24 llegando hasta 35°C, mientras que los valores más bajos se presentaron el día 12 con valores de 29°C utilizando fertilizante Ferti-Lake y 30°C con fertilizante experimental. La tendencia general es que la temperatura se mantuvo entre 30°C y 34°C durante el experimento.

Según Martínez y Zapata (1997) señala que las temperaturas óptimas para el crecimiento del camarón no deben ser inferiores a los 25°C ni mayores a los 33°C.

Las temperaturas que se registraron en las dos condiciones se encontraron dentro de los valores óptimos para el crecimiento del camarón, por lo cual se puede decir que este factor no fue motivo grave que impidiera el crecimiento normal del camarón a pesar de que hubieron ocasiones en que la temperatura se incrementó hasta de 35°C de igual manera temperaturas bajas de 29°C, pues esto no influyó ya que se dio por períodos cortos. Por tales razones, podemos concluir que la influencia de este factor no fue motivo que impidiera el crecimiento del camarón en estudio.



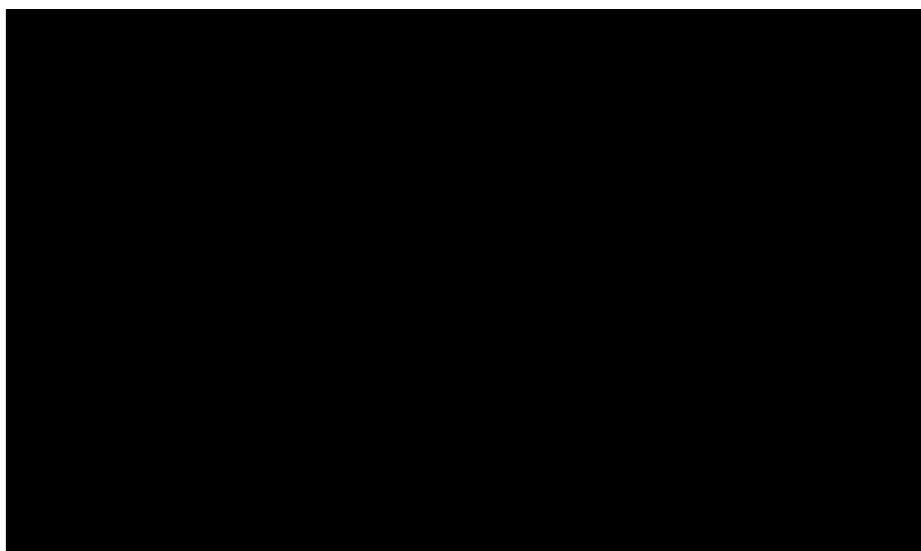
**Gráfico N°2:** Dinámica de la temperatura en el cultivo de *Litopenaeus vannamei* en dos condiciones experimentales: Uno en aguas fertilizadas con Ferti-Lake y otro con fertilizante experimental.

### 5.1.3 Salinidad

La salinidad donde se desarrollaron los camarones en estudio en aguas fertilizadas con Ferti-Lake fue de 35 S‰ registrada el día 2 del cultivo y la más baja se presentó el día 21 siendo ésta de 26 S‰. La salinidad más alta en aguas fertilizadas con el fertilizante experimental fue de 36 S‰ registrándose el día 2 y de 35 S‰ a los 24 y 29 días del cultivo, mientras que los valores más bajos fueron de 25 y 26 S‰ presentándose el día 5 y 21 respectivamente.

Según Herrera(2012) la salinidad para los camarones es muy amplia y pueden sobrevivir de 0 hasta 50 S‰, los organismos que soportan amplias fluctuaciones de salinidad se conocen como eurihalinos, sin embargo, el intervalo de crecimiento óptimo se da con un promedio de 10 a 40 S‰.

La salinidad no influyo de manera negativa en el crecimiento los organismos estudiados, debido a que la tolerancia de la salinidad para los camarones es muy amplia y se adaptan a los cambios que se presentan en el cultivo.



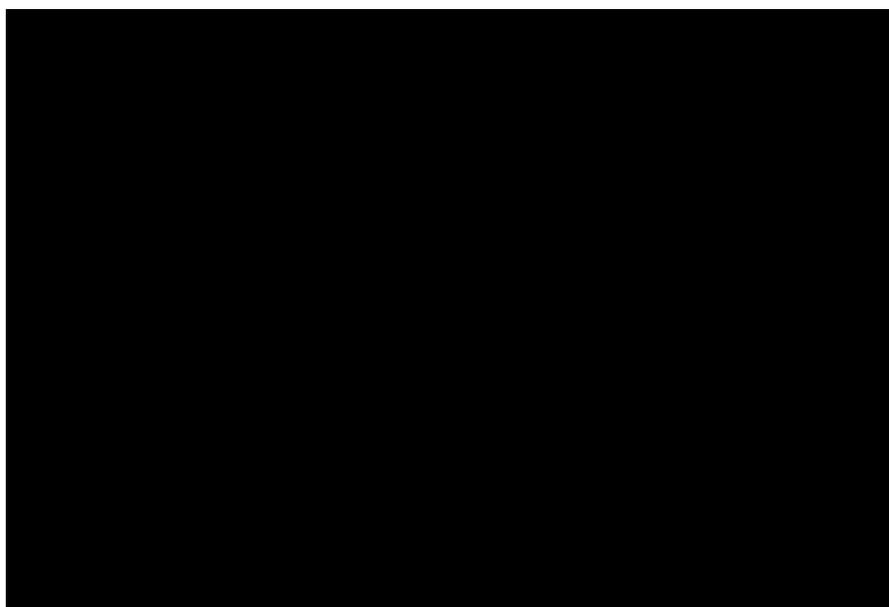
**Gráfico N°3:** Dinámica de la salinidad en el cultivo de *Litopenaeus vannamei* en dos condiciones experimentales: Uno en aguas fertilizadas con Ferti-Lake y otro con fertilizante experimental.

#### 5.1.4 Turbidez

La visibilidad del disco de Secchi en aguas utilizando fertilizante Ferti-Lake fue de 21cm el mínimo y el máximo de 86 cm y en aguas utilizando fertilizante experimental la visibilidad del disco de Secchi fue de 25cm el mínimo y el máximo de 82cm.

Según Boyd (2000), en muchas aguas existe una relación directa de la visibilidad del disco y la abundancia de plancton: a medida que aumenta el plancton, la visibilidad del disco disminuye. De 30 a 45 cm la turbidez por fitoplancton en el estanque está en buenas condiciones tróficas, mayor de 60 cm el agua es demasiado clara y es agua oligotrófica.

Aunque la turbidez del agua en ambas condiciones de este estudio fue variada, durante el conteo de fitoplancton constatamos que siempre se encontraron buenas concentraciones de fitoplancton para el buen crecimiento de los camarones.



**Gráfico N°4:** Dinámica de la turbidez en el cultivo de *Litopenaeus vannamei* en dos condiciones experimentales: Uno en aguas fertilizadas con Ferti-Lake y otro con fertilizante experimental.

## 5.2.- Comparación de grupos de fitoplancton en ambas condiciones experimentales.

A continuación se presentan el listado de los diferentes géneros encontrados por cada muestreo realizado tanto en las aguas tratadas con fertilizante Ferti-Lake y las aguas tratadas con un fertilizante experimental.

**Tabla N°13:** Géneros más representativos de fitoplancton encontrados en muestreos de aguas fertilizadas con Ferti-Lake.

<b>Aplicando Fertilizante Ferti-Lake</b>				
<b>Muestreo 1</b>	<b>Muestreo 2</b>	<b>Muestreo 3</b>	<b>Muestreo 4</b>	<b>Muestreo 5</b>
Isochrysis	Isochrysis	Isochrysis	Isochrysis	Isochrysis
Amphipora	Dunaliella	Cyclotella	Dunaliella	Amphipora
Coscinudiscus	Navicula	Navicula	Cyclotella	Ciclotella
Cyclotella	Coscinudiscus	Anabaena	Oscillatoria	Navicula
Gymnidium	Oscillatoria	Oscillatoria	Gymnidium	Anabaena

En la tabla N° 13 se puede observar los géneros de fitoplancton que tuvieron mayor incidencia durante las muestras analizadas aplicando fertilizante Ferti-Lake.

**Tabla N° 14:** Géneros más representativos de fitoplancton encontrado en muestreos de aguas fertilizadas con fertilizante experimental.

<b>Aplicando Fertilizante Experimental</b>				
<b>Muestreo 1</b>	<b>Muestreo 2</b>	<b>Muestreo 3</b>	<b>Muestreo 4</b>	<b>Muestreo 5</b>
Isochrysis	Isochrysis	Isochrysis	Isochrysis	Isochrysis
Oscillatoria	Navicula	Coscinudiscus	Cyclotella	Amphipora
Amphipora	Oscillatoria	Cyclotella	Gymnidium	Coscinudiscus
Coscinudiscus	Nitzschia	Oscillatoria	Nitzschia	Oscillatoria
Gymnidium	Coscinudiscus	Gymnidium	Oscillatoria	Gyrodinium

En la tabla N° 14 se puede observar los géneros de fitoplancton que tenían mayor incidencia durante las muestras analizadas aplicando fertilizante Experimental.

**Tabla N° 15:** Dinámica poblacional de fitoplancton en aguas fertilizadas con Ferti-Lake.

<b>Grupos de fitoplancton</b>	1	2	3	4	5
Clorophytas	48500	37500	42500	50000	75000
Diatomeas	22500	7500	22500	40000	77500
Cianophytas	0	5000	7500	15000	12500
Dinoflagelados	6	2	1	10	4
Total cél/ml	71000	50000	72500	105000	165000

En la Tabla N°15 se puede observar los grupos que contenían la mayor cantidad de organismos de fitoplancton de las muestras analizadas en las aguas con aplicaciones del fertilizante Ferti-Lake obteniéndose una mayor cantidad de Diatomeas con 77,500cél/ml y deClorophytas con 75,000cél/ml ambas en el muestreo 5.

**Tabla N° 16:** Cantidad poblacional de fitoplancton en aguas fertilizadas con fertilizante experimental.

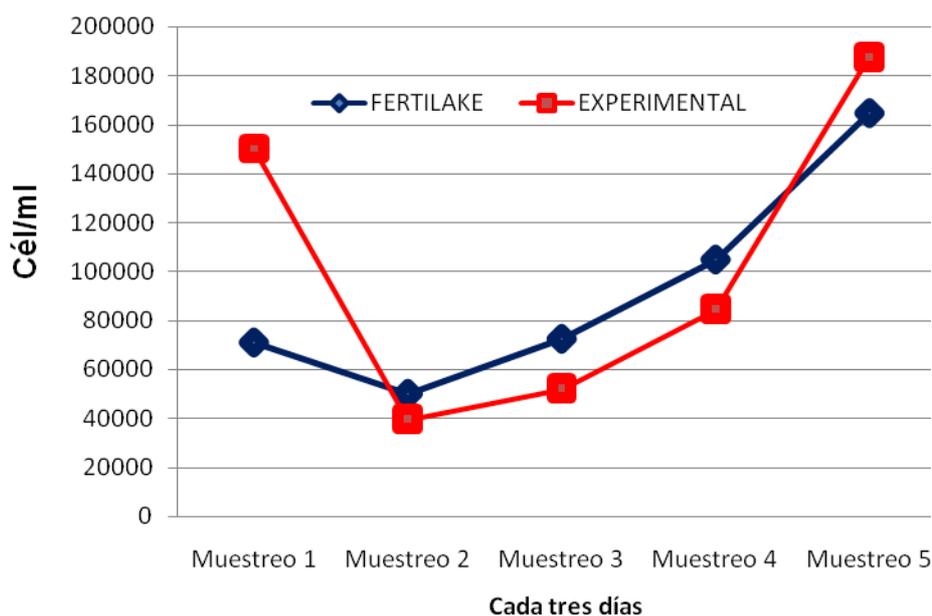
<b>Grupos de fitoplancton</b>	1	2	3	4	5
Clorophytas	90500	32000	29500	32000	97500
Diatomeas	57000	7500	22500	35000	60000
Cianophytas	2500	0		17500	30000
Dinoflagelados	2	0	2	15	9
Total cél/ml	150000	39500	52000	84500	187500

En la Tabla N°16 se puede observar los grupos de fitoplancton, que contenían la mayor cantidad de organismos de fitoplancton en las muestras analizadas en las aguas con aplicaciones del fertilizante experimental obteniéndose una mayor cantidad en Clorophytas con 97,500cél/ml y de Diatomeas con 60,000 cél/ml ambas en el muestreo 5.

### Cantidad de algas encontradas en ambas condiciones experimentales

La cantidad obtenida de los grupos de fitoplancton en las muestras de aguas fertilizadas con Ferti-Lake fueron de 50,000 a 165,000 cél/ml y con el experimental oscilaron de 39,500 a 187,500 cél/ml.

Según Clifford (2000) las densidades óptimas del fitoplancton de 80,000 a 300,000 cél/ml en estanques de camarón es decir, que las concentraciones totales de cél/ml se encontraron en los intervalos óptimos para un buen crecimiento de los organismos.



**Gráfico Nº5:** Dinámica del fitoplancton en el cultivo de camarones *Litopenaeus vannamei* en dos condiciones experimentales: Uno en aguas fertilizadas con Ferti-Lake y otro con fertilizante experimental.

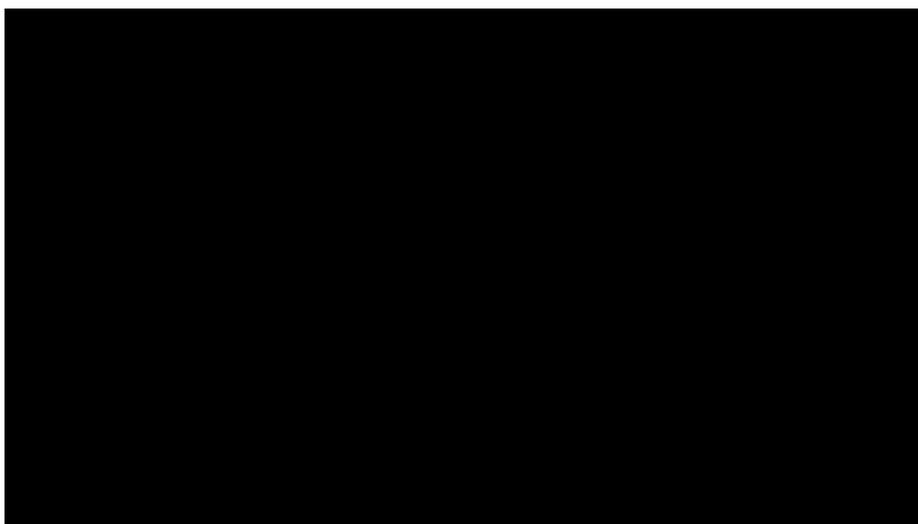
### **5.3.- Parámetros poblacionales de los camarones cultivados en este estudio.**

#### **5.3.1 Crecimiento acumulado**

El crecimiento de los camarones que crecieron en aguas fertilizadas con: Ferti-Lake y experimental, no mostraron diferencias numéricas. Los valores en ambas condiciones experimentales se incrementaron de 0.29 gramos a 5.7 gramos. La tendencia observada en el experimento fue siempre con tendencia a incrementar el peso de los organismos.

Según Martínez (2009), los camarones de 56 días de crecimiento se espera deban crecer 6 gramos de peso acumulado en un sistema de producción semi intensivo.

Es importante señalar que los organismos recepcionados para este trabajo presentaron bajo peso para su edad (0.29gPL42), deberían tener un peso de 4 gramos. A partir de este peso consideramos un crecimiento de 1 gramo semanal según el autor antes señalado, por lo que estos camarones deberían tener un peso acumulado esperado de 5,29g. Al contrastar este valor de peso teórico esperado con el registrado (5.7g) podemos decir que los camarones de este experimento crecieron excelentemente bien.

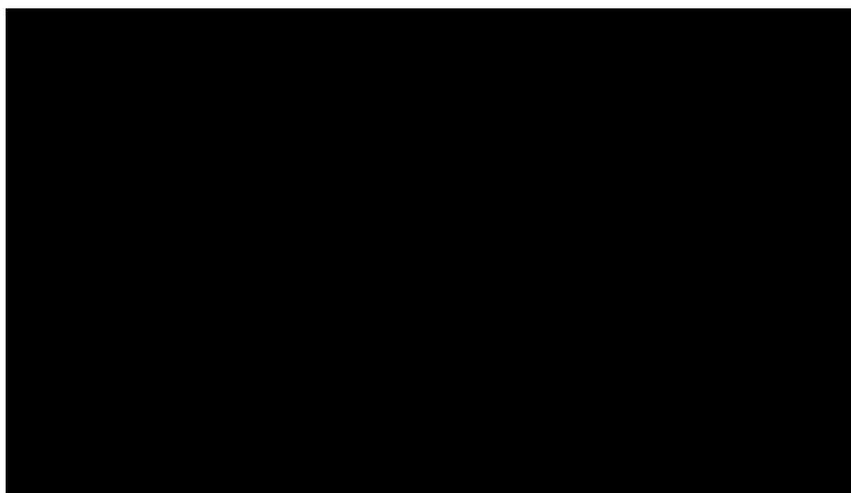


**Gráfico N°6:** Comportamiento del crecimiento acumulado de los camarones Litopenaeus vannamei en dos condiciones experimentales: Uno fertilizado con Ferti-Lake y otro con fertilizante experimental.

### 5.3.2 Ritmos de crecimiento

El Ritmo de Crecimiento en aguas fertilizadas con el fertilizante Ferti-Lake el valor mínimo se registró en el segundo muestreo con 0.33 gramos y el valor máximo de Ritmo de Crecimiento fue en el quinto muestreo con 1.50 gramos. En el fertilizante experimental el valor mínimo fue registrado en el segundo muestreo con 0.26 gramos y el valor máximo de Ritmo de Crecimiento fue en el quinto muestreo con 1.20 gramos. La tendencia observada es que en el segundo muestreo disminuyó su peso, pero mediante fue pasando el tiempo fue aumentando su peso hasta el sexto muestreo que otra vez disminuyó en ambas condiciones.

Según Martínez (2012), en sistemas de producción semi intensivo el Ritmo de Crecimiento de los camarones puede ser de 1 gramo por semana en invierno y de 0.7gramos en verano, esto a partir de los muestreos de población. Sin embargo, al inicio de este experimento los camarones pasaron de ser postlarvas a ser juveniles tempranos cuyos Ritmos de Crecimiento esperados andan entre 0.55 gramos/semana a 0.8 gramos/semana. Tanto para los camarones en condición de aguas fertilizadas con Ferti-Lake así como en aguas fertilizadas con fertilizante experimental el Ritmo de Crecimiento fue excelente, inclusive superando los niveles esperados.



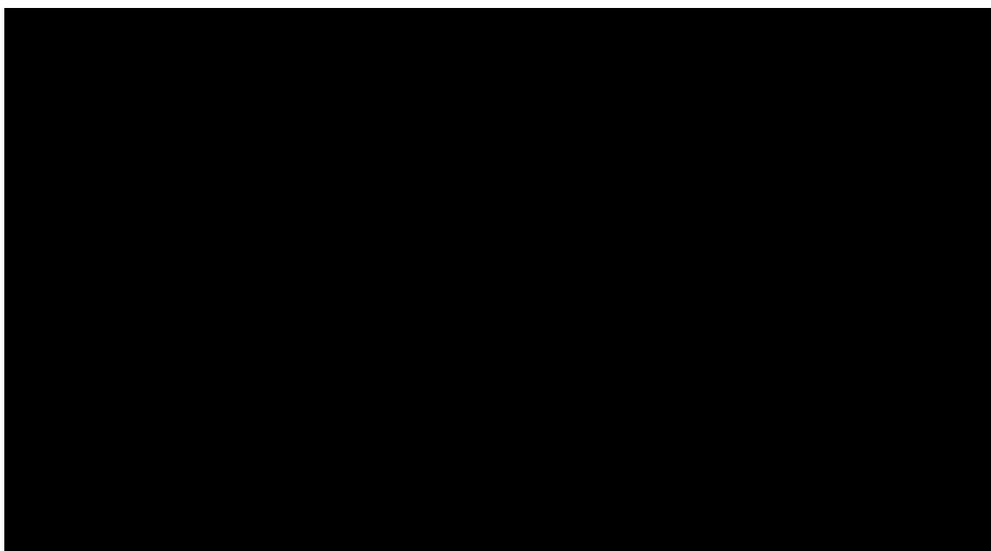
**Gráfico N°7:** Comportamiento del Ritmo de Crecimiento de los camarones *Litopenaeusvannamei* en dos condiciones experimentales: Uno fertilizado con Ferti-Lake y otro con fertilizante experimental.

### 5.3.3 Tasa de crecimiento.

La Tasa de Crecimiento de los camarones en estudio varió en sus valores de 10.74 hasta -13.36 unidades. A partir del cuarto muestreo la velocidad de crecimiento de los camarones en ambas condiciones experimentales registraron los mismos valores.

Según Martínez (2012), expresa que valores de entre 2.68 a -11.48 son las velocidades de crecimiento esperado para este tipo de camarones y en la etapa de vida en que se encontraban; al compararlo con los resultados de este trabajo se logra reafirmar el buen crecimiento de los mismos.

De tal manera podemos decir que la velocidad con que crecieron los organismos en los primeros días del estudio era más alta y luego de manera progresiva fue disminuyendo de acuerdo al avance de la edad de los camarones.



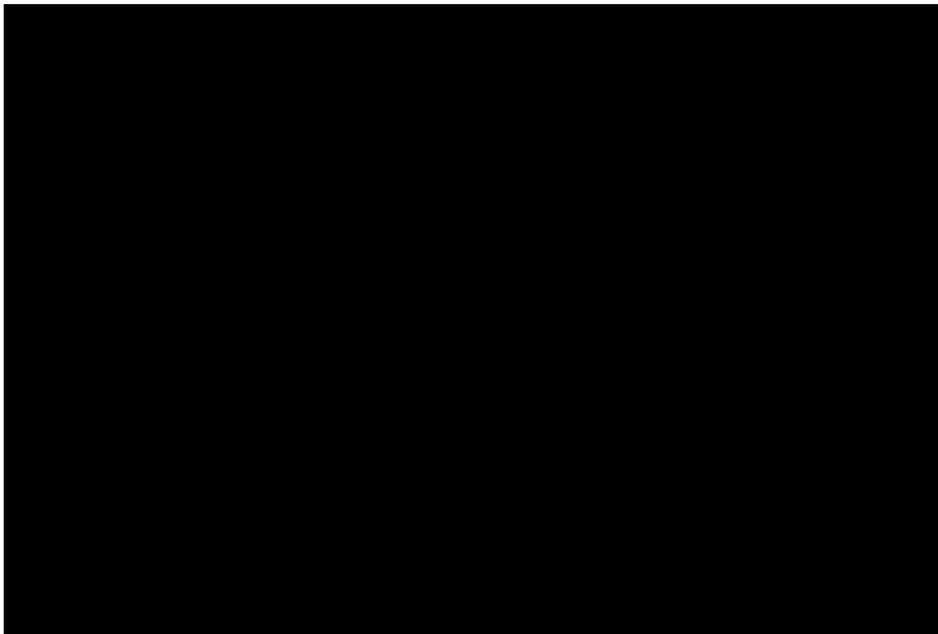
**Gráfico N°8:** Comportamiento de la Tasa de Crecimiento de los camarones *Litopenaeusvannamei* en dos condiciones experimentales: Uno fertilizado con Ferti-Lake y otro con fertilizante experimental

#### 5.3.4 Sobrevivencia

La sobrevivencia es un factor importante para determinar si el cultivo fue un éxito o no. Se pudo observar que los valores de sobrevivencia variaron entre 91 y 100% de camarones en las condiciones experimentales utilizando fertilizante Ferti-Lake y fertilizante experimental.

Según Herrera (2009) en sistema semi intensivo la sobrevivencia esperada es del 80%. En este estudio en aguas fertilizadas con Ferti-Lake la sobrevivencia fue del 91% de camarones. En el tratamiento del fertilizante experimental el valor de sobrevivencia de camarones se mantuvo en un 100%.

Los resultados demuestran que en ambas condiciones experimentales los porcentajes de sobrevivencia fueron ideales para este estudio, superando los niveles esperados para los sistemas semi intensivos.



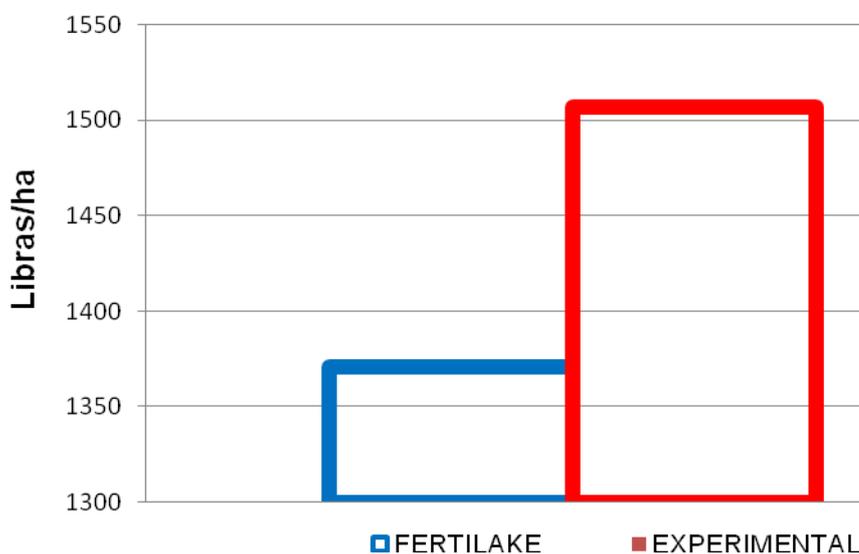
**Gráfico N°9:** Comportamiento de la sobrevivencia de los camarones *Litopenaeus vannamei* en dos condiciones experimentales: Uno fertilizado con Ferti-Lake y otro con fertilizante experimental.

### 5.3.5 Rendimiento productivo

Los resultados registrados en la cosecha de los camarones en estudio demuestran que el rendimiento productivo fue de 1371.01 libras por hectárea en aguas fertilizadas con Ferti-Lake y en aguas fertilizadas con fertilizante experimental se obtuvo 1506.61 libras por hectárea.

Para estos camarones y su edad se espera que su rendimiento productivo esté calculado en función a una sobrevivencia esperada (80%) a un peso esperado (6 gramos) y a una densidad de siembra usada (12 ind/m<sup>2</sup>), por lo tanto, se esperaba una cantidad de 1268.72 libras/ha.

Según Amaral, et al (2004) las mejores prácticas de alimentación son las que proporcionan la cantidad y calidad adecuadas de alimento a los organismos, para lograr el máximo rendimiento, con el menor costo, tanto económico como ecológico. Podemos concluir que el rendimiento productivo fue superior al esperado.



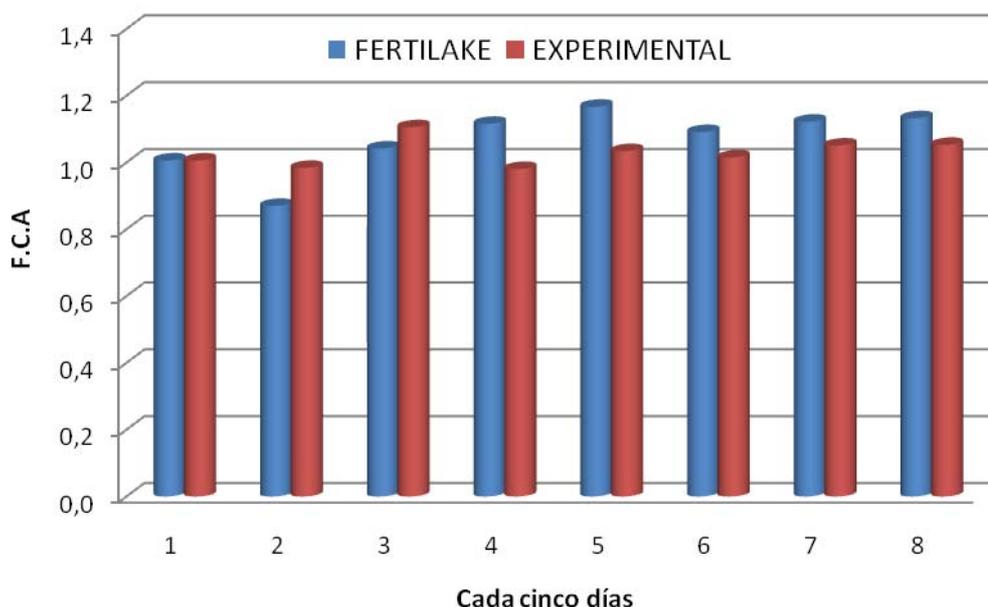
**Gráfico N°10:** Rendimiento productivo de los camarones Litopenaeus vannamei en dos condiciones experimentales: Uno fertilizado con Ferti-Lake y otro con fertilizante experimental.

### 5.3.6 Factor de Conversión Alimenticia

En el análisis de los datos del Factor de Conversión Alimenticio presentados semanalmente se observa que hubo diferencias numéricas mínimas entre ambas condiciones experimentales, sin embargo, en aguas fertilizadas con Ferti-Lake y con el experimental alcanzaron un F.C.A final de 1.1.

La tendencia observada fue que los valores del Factor de Conversión Alimenticia se mantuvieron de 1 a 1.1, teniendo de esta manera un aprovechamiento adecuado del alimento.

Según Martínez (2009) mientras más bajo el valor del F.C.A más eficiente el uso de alimento; el F.C.A aceptable para el crecimiento del camarón es de 1 a 1.5, por lo cual consideramos que se encontraron en los niveles aceptados para el cultivo de camarones en sistemas semi intensivos.



**G**

**ráfico Nº 11:** Comportamiento del Factor de Conversión Alimenticio de los camarones *Litopenaeus vannamei* en dos condiciones experimentales: Uno fertilizado con Ferti-Lake y otro con fertilizante experimental.

## VI. CONCLUSIONES

Durante el experimento se obtuvieron los siguientes comportamientos:

### **Parámetros físico químicos**

La temperatura en aguas fertilizadas con el Ferti-Lake osciló entre 29°C a 35°C y con el fertilizante experimental de 30°C a 35°C. Los valores de pH variaron de 6.8 a 8.3 con Ferti-Lake y con el fertilizante experimental de 6.8 a 8. En el caso de la salinidad del agua fertilizada con Ferti-Lake los valores anduvieron de 26 S‰ a 35 S‰ y con el fertilizante experimental de 25 S‰ a 36 S‰. La visibilidad del disco de Secchi en aguas fertilizadas con Ferti-Lake fue de 21 a 86 cm y en aguas con el fertilizante experimental fue de 25 a 82 cm.

### **Calidad y cantidad de fitoplancton**

Encontramos en ambas condiciones experimentales mayor incidencia de Clorofitas y Diatomeas, algas de buena calidad del agua requeridas para el cultivo del camarón.

La cantidad de fitoplancton en aguas fertilizadas con Ferti-Lake fue de 50,000 a 165,000 cél/ml y en aguas fertilizadas con el fertilizante experimental fue de 39,500 a 187,500 cél/ml.

### **Parámetros poblaciones**

El Crecimiento Acumulado de los camarones tanto en aguas fertilizadas con Ferti-Lake así como en aguas fertilizadas con el experimental fue de 0.29 gramos a 5.7 gramos el peso final. Los Ritmos de Crecimiento variaron de 0.33 gramos a 1.50 gramos en aguas fertilizadas con Ferti-Lake y con el fertilizante experimental de 0.26 gramos a 1.20 gramos. La Tasa de Crecimiento con Ferti-Lake se obtuvo hasta -13.36 y utilizando el fertilizante experimental alcanzó hasta -13.18.

Se alcanzó una sobrevivencia del 91% de camarones en aguas fertilizadas con Ferti-Lake y en aguas fertilizadas con el fertilizante experimental fue del 100%.

El Rendimiento Productivo con el Ferti-Lake fue de 1371.01 lb/ha, y con el fertilizante experimental de 1506.61 lb/ha. El Factor de Conversión Alimenticio alcanzado en ambas condiciones experimentales fue de 1.1.

Concluimos que ambos fertilizantes aplicados en este estudio no tienen diferencias significativas en la calidad y cantidad de la comunidad fitoplanctónica, además se obtuvieron resultados similares en el desarrollo del crecimiento de los camarones *Litopenaeus vannamei*, con respecto a su peso, Supervivencia y Rendimiento Productivo.

## VII. RECOMENDACIONES

1. A futuros investigadores que realicen este estudio en época seca para determinar la productividad del fitoplancton, sin incidencia de la lluvia, ya que en este estudio se realizaron varios recambios debido a incidencia de las lluvias.
2. En las instalaciones de trabajo investigativo mantener un Oxigenómetro de uso y uno de reserva, y así garantizar la toma del Oxígeno Disuelto y analizarlo de manera comparativa aplicando ambos fertilizantes y tomar decisiones para la fertilización.
3. A interesados en darle seguimiento a este estudio, que tengan una frecuencia de fertilización y sin organismos en el experimento.
4. Que los productores de camarón mantengan vigilancia permanente de la calidad del agua, tomando en cuenta: Fitoplancton, nutrientes y factores ambientales para evitar problemas de crecimiento y enfermedades y así tener un cultivo sano.
5. A los técnicos de granjas camaroneras recomendamos aplicar el fertilizante Ferti-Lake en sistemas semi intensivos, ya que el fertilizante elaborado de manera experimental tiene un costo mayor.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. Amaral, R., Rocha, I.P., Lira, G.P. 2003. Shrimp feeding and feed consumption: The Brazilian experience. En: Shrimp Special Session. World Aquaculture Society Bahía.
2. Auro, A. Ocampo C., L. 2006. El Libro del Camarón., México, D.F 303 pp.
3. Beamish, F.W.H., Sitja-Bobadilla, A., Jebbink, J.A. Y P.T.K. Woo. 1996. Bioenergetic cost of cryptobiosis in fish: rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* infected with *Cryptobiasalmosita* and with an attenuated live vaccine. *Diseases of Aquatic Organisms* 25:1-8.
4. Boschi, E.E., 1977 *Biología de los crustáceos cultivables en América Latina*. FAO, Inf. Pesca, (159) Vol.2:73-95
5. Boyd, C.; Daniels, H. 1989. Strategies and Tactics for management of fertilized atcheryonds.
6. Boyd, C. 1990. Water Quality in Ponds for Aquaculture. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Auburn, Alabama.
7. Boyd, C.E. 1992. Shrimp pond bottom soil and sediment management, pp.166-181. In: J.A. Wyban, (ed.), *Proceedings Special Session on Shrimp Farming*. World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, USA.
8. Boyd, C. 1995. Chemistry and efficacy of amendments used to treat Water and Soil Quality Imbalances n Shrimp Ponds.
9. Boyd C y Eгна H, 1997. Dinámica de los estanques en acuicultura. Consultado en el sitio web: [http://www.produccionanimal.com.ar/produccion\\_peces/piscicultura/05-acuicultura\\_sagpya.pdf](http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_peces/piscicultura/05-acuicultura_sagpya.pdf). Consultado el 6 de mayo de 2012.
10. Boyd, C. E. and C. S. Tucker. 1998. *Pond Aquaculture Water Quality Management*. Kluwer Academic Publishers, Boston, Massachusetts, USA. :700.
11. Boyd C. E. and A. Gross. 1998. Use of probiotics for improving soil and water quality in aquaculture ponds. pp101-106. In : T. W. Flegel (editor). *Advances in Shrimp Biotechnology*. The National Center for Genetic Engineering and Biotechnology, Bangkok, Thailand.
12. Boyd, C. E. 2000. Effluent composition and water quality standards. *Global Aquaculture Advocate* 3(5):61-66.
13. Calvo D, 2003. Curso: Equilibrio alimentario en los escolares.
14. Cook, H. and H. Clifford. 1997. Feed management for semi-intensive culture: Part 2. *Aquaculture Magazine* 6: 37-42.
15. Clifford III, H.C. 1992. Marine shrimp pond management: a review.. In: J. Wyban, editor. *Proceedings of the special session on shrimp farming*. World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, USA. : 110-137.
16. Clifford H.C. 1994. El manejo de los estanques camaróneros. *Proceeding of Seminario Internacional de Camaronicultura*, Camarón 94. México.: 16-34.

17. Clifford, H.C. 2000. Personal communication. Henry Clifford is the International Technical Director of the Super Shrimp company.
18. Chamberlain, G. 1988. Rethinking shrimp ponds management. *Coastal Aquaculture*: 5,19.
19. Coll Morales J. 1983. *Acuicultura Marina Animal*. Tercera edición. Mundi prensa. :670.
20. Chow N.2000. Fitoplancton y productividad primaria en sistemas de cultivo extensivo tecnificado de camarones del género *Litopenaeus*. Managua, Nicaragua.
21. D' Abramo, L.; Coklin, D. 1995. New Developments in the understanding of the nutrition of Penaeid and caridean Species of Shrimp.
22. Estrada, E. 2000. Implementación de un Sistema de Producción de Larvas de Camarón a Escala Comercial en el Laboratorio de la Estación Biológica Marina Isla Santa Lucía. Tesis para optar al Título de Licenciado en Biología, UNAN León, Nicaragua.
23. Escoto Munguía H J. 2008. Evaluación de dos métodos de aplicación de alimento sobre el crecimiento de camarones *Litopenaeus vannamei* en cultivo Semi-intensivo en la granja Agrimar1, Nicaragua.
24. Ewald, J.J., 1965 Investigaciones sobre la biología del camarón comercial en el occidente de Venezuela. 2. Informe Anual Fond.Nac.Inv.Ag.Minist.Agricult. y Cría Caracas,:147.
25. FAO/South China Sea Fisheries Development and Coordination Programme, 1982. Working Party on Small-scale Shrimp-scale Shrimp/Prawn Hatcheries in Southeast Asia, Semarang, Central Java, Indonesia, 16–21 November 1981, 11 Technical Report, FAO Field Document, SCS/GEN/82/40, Manila, Philippines, 125 pp. Sitio web (página consultada el 11 de junio 2012).
26. FAO, 2001. El maíz en los trópicos: Mejoramiento y producción. Colección FAO: Producción y protección vegetal, N°28.
27. FAO.2010, Manual para la cría de camarones peneidos. Consultado en el sitio web <http://www.fao.org/docrep/field/003/ab466s/AB466SO4>. (Página consultada el 4 de mayo 2012).
28. FAO.2006-2010. Programa de información de especies acuáticas. Text by Briggs, M. In: FAO Fisher and Aquaculture Department Rome. Sitio web <http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Litopenaeusvannamei/es#tcNAOOF> E (página consultada el 6 de mayo 2012).
29. FAO. 2012. Visión general del sector acuícola nacional de Nicaragua. [http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso\\_nicaragua/es](http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_nicaragua/es). (Página consultada el 20 de noviembre de 2012).
30. Forster, I. P., Dominy, W., Tacon, A. G., 2002. The use of concentrates and other soy products in shrimp feeds. En: Cruz-Suárez, L. E., Ricque-Marie, D., Tapia-Salazar, M., Gaxiola-Cortés, M. G., Simoes, N. (Eds.). *Avances en Nutrición Acuícola VI. Memorias del VI Simposium Internacional de Nutrición*

- Acuícola. 3 al 6 de Septiembre del 2002. Cancún, Quintana Roo, México. pp. 527-540.
31. Graü de Marín C, Marval H y Zerpa de Marcano A, 2007. Utilización de la harina de pescado en la formulación de alimentos para crecimiento y engorde animal. Elaboración de productos agrícolas. Centro de Investigaciones Agrícolas de los Estados Sucre y Nueva Esparta.
  32. Hasle, G.R. y Syvertsen, E.E. 1997. Marine diatoms. In: Tomas, C.R. (Ed.), Identifying Marine Phytoplankton. Academic Press, New York. 361p.
  33. Haws M.C y Boyd C.E 2001. Métodos para mejorar la Camaronicultura en Centroamérica. Capítulo 5. Fertilización. Imprenta UCA-Managua, Nicaragua.
  34. Hartnoll, R. G. 1982. Growth, *In* L. G. Abele (ed.). The Biology of Crustacea, 2. Embryology, Morphology and Genetics. Academic, Nueva York.:111-196.
  35. Herrera C. y Martínez, E. 2009. Guía para el componente curricular Camaronicultura de la Carrera de Ingeniería Acuícola, UNAN León, Nicaragua.
  36. Herrera C. 2012. Factores físicos y químicos del agua de los estanques camaroneros. UNAN León, Nicaragua.
  37. Hernández A.R. 1991. Mozambique Bioeconomía del Cultivo de Camarón. Informe de la Misión Proyecto MOZ/86/033. FAO : 95.
  38. Jory, D.E. 1995. Feed management practices for a healthy pond environment. Pages: 118-143. In: C.L. Browdy and J.S. Hopkins, editors. Swimming through troubled water. Proceedings of the special session on shrimp farming, Aquaculture '95. World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, USA
  39. Lange, R. 1972. Some recent work on osmotic, ionic and volume regulation in marine animals. A review. Oceanograph. Mar. Biol. 10: 97-136.
  40. Llanos, J. 1994. Lista de Preparación de Piscinas. Comunicación personal.
  41. Lockwood, A.P.M., 1967 Aspects on the physiology of crustacea. W.H. Freeman and Co., San Francisco, : 328.
  42. Marcillo Morla Fabrizio. 1995. Fertilización y encalado en piscinas camaroneras.
  43. Martínez-Córdova, A.L. 2008. Importancia de la alimentación artificial en el cultivo de camarón. En: C. Molina-Poveda y H. Villareal Colmenares (eds.) Estrategias de alimentación en la etapa de engorde del camarón. CIBNOR, S.A., CYTED y PRONACA, :110.
  44. Martínez, E, Lin F 1994. Manual para el cultivo de camarones marinos del genero *Litopenaeus*. Autoridad Noriega para el desarrollo internacional (NORAD). UNAN-León, : 24-34.
  45. Martínez Evenor. 2009. Informe final. Programa desarrollo institucional (ASDI/SAREC), Proyecto de desarrollo de la investigación para Académicos con M.Sc y PhD.:
  46. Martínez, Evenor. 2012. Crecimiento y Desarrollo. Carrera de ingeniería Acuícola, UNAN León, Nicaragua.
  47. Martínez E, Barreto A y Herrera C. 2012. Manual de Infraestructura Acuícola. Carrera de Ingeniería Acuícola, UNAN-León, :61.

48. Martínez E. y Zapata B. 1997. Aprovechamiento del alimento natural para el engorde del camarón o importancia del control y análisis de los parámetros. IV Encuentro Nacional de Productores de Camarones de Cultivos El viejo Chinandega. : 29-46.
49. Orozco G. y Urbina R. 2010. Evaluación del crecimiento del camarón *Litopenaeus Vannamei* aplicando dos, tres y cuatro raciones de alimento diario, de forma experimental en la Isla Santa Lucía. Tesis para optar al Título de Ingeniería Acuícola, UNAN-León, Nicaragua.
50. Pérez-Farfante, I & Kensley, B. 1997. Keys and diagnoses for the families and genera. Penaeoid and sengestoid shrimps and prawns of the world. Mémoires du musée national d'histoire naturelle, : 233
51. Primavera, H. A 1993. Critical review of shrimp pond culture in the Philippines. Review in Fisheries Science 1: 151-201.
52. Rivera Rodríguez, M.C. 1998. Efecto de la salinidad sobre el crecimiento y sobrevivencia en postlarva y juveniles de camarón blanco *Penaeus Vannamei* bajo condiciones de laboratorio. Universidad de Colima, México.
53. Regost, C. J., Arzel, J., Kaushik. S.J. 1999. Partial or replacement of fish meal by corn gluten meal (*Psetta maxima*). Aquaculture 180, 99-117
54. Rojas, A.A., Haws, M.C. y Cabanillas, J.A. ed. 2005. Buenas Prácticas de Manejo Para el Cultivo de Camarón. The David and Lucile Packard Foundation. United States Agency for International Development (Cooperative Agreement No. PCE-A-00-95-0030-05).
55. Santamaría Balmaceda F.J. 2009. Comparación de consumo y crecimiento de camarones *Litopenaeus vannamei* utilizando dos tipos de marca de alimentos diferentes Prime de Ecuador y Purina de Nicaragua, FARANICS.A, Tesis para optar al Título de Ingeniería Acuícola, UNAN León, Nicaragua.
56. Seiffer, W. y Andreatta, E.R. 2004. El Manejo de la Alimentación y la Sostenibilidad en el Cultivo de Camarones en el Brasil. En: Cruz-Suárez, L. E., Ricque Marie, D., Nieto López, M. G., Villarreal, D.
57. SENARPESCA, Chile. 2004. Programa de harina de pescado, Norma Técnica Sección 2. Guía de trabajo para elaborar programas de aseguramiento de calidad en plantas de harina y aceite de pescado. HDP/NT2/Febrero 2004.
58. Sierra C, 2010. La Urea: Características, ventajas y desventajas de esta fuente nitrogenada. Informativo N°35. Chile.
59. Sotelo Rodríguez M.J. 2008. Comportamiento del crecimiento de camarones *Litopenaeus vannamei* en estanques con y sin revestimiento de liner aplicando sistema hiper intensivo, SERVICONSA, León-Nicaragua.
60. Talavera V, Sánchez D y Zapata L (1), 1997. Tasa o factor de conversión alimenticia en el cultivo de camarón. Volumen 2– ejemplar 03. Nicovita-Lima.
61. Talavera V, Sánchez D y Zapata L (2), 1997. Alimentos, tipos, inicio e importancia de "comederos" o bandeja de alimentación en el cultivo de camarón. Volumen 4 – ejemplar 03. Nicovita- Lima.

62. Talavera V, Sánchez D y Zapata L (1), 1998. Métodos de alimentación. Volumen 3 – ejemplar 05. Nicovita- Lima.
63. Talavera V, Sánchez D y Zapata L (2), 1998. Muestreo poblacional en el cultivo de camarón i parte: uso de atarraya. Volumen 3 – ejemplar 03. nicovita-Lima.
64. Talavera V, Sánchez D y Zapata L (3), 1998. Utilización de melaza en estanques de cultivo de camarón. Volumen 3- ejemplar 03. Boletín Nicovita Camarón de mar. Lima, Perú.
65. Talavera V. 2008. Mejora de la eficiencia del uso de alimentos en camarones.
66. Teichert-Coddington, D. 1994. Seminario Internacional de Camaronicultura en México. R. Purina Internacional, Mazatlán, México,:140.
67. Viacasa, M. 1995. Feeding trays for commercial shrimp farming in Peru. World Aquaculture Magazine, World Aquaculture society, Baton Rouge, LA, USA.: 26-3, 11-17.
68. Villalón, J. 1991. Practical Manual for semi-intensive ommercial production of marine shrimp.
69. Villamar, D.F. (2000). Alimentación por diseño: uso de tecnología apropiada. Panorama Acuícola, 5(suppl. 3):26-7.
70. Wyban, J.A. y Sweeney, J.N. 1991. Intensive shrimp production technology. High Health Aquaculture Inc., Hawaii,:158.
71. West, T.G., Suarez, R.K., Doll, C.J. Y P.W. Hochachka. 1993. In vivo utilization of glucose by heart and locomotory muscles of exercising rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Journal of Experimental Biology 177:63-79.

## IX. ANEXOS



Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua  
UNAN-LEÓN

Estudio sobre el crecimiento de camarones *Litopenaeusvannamei* en aguas fertilizadas con Ferti-Lake versus fertilizante experimental, realizado experimentalmente en el Laboratorio de Investigación Marina y Acuícola (LIMA).

Las Peñitas-Poneloya, León, Nicaragua, agosto-octubre de 2012.

### FORMATO DE CAMPO FACTORES FÍSICO QUÍMICOS

Tomados por: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Variables	Mañana				Tarde				Promedio del día			
	6:00				6:00							
Número de pila	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Estado del tiempo												
Coloración del agua												
Columna de agua												
Temperatura												
Oxígeno												
pH												
Salinidad												
Turbidez												

**Observaciones:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



Estudio sobre el crecimiento de camarones *Litopenaeus vannamei* en aguas fertilizadas con Ferti-Lake versus fertilizante experimental, realizado experimentalmente en el Laboratorio de Investigación Marina y Acuícola (LIMA).

Las Peñitas-Poneloya, León, Nicaragua, agosto-octubre de 2012

**EVALUACIÓN DE CARACTERÍSTICAS EXTERNAS**

<b>Caracteres</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>Peso</b>										
<b>Movimiento</b>										
Movimiento activo										
Movimiento lento										
<b>Tracto</b>										
Vacío										
Semi lleno										
Lleno										
<b>Cromatóforos</b>										
Sin expandirse										
Expandidos										
<b>Rostrum</b>										
Completo										
Quebrado										
<b>Antenas</b>										
Normal										
Quebradizas										
Rugosas										
Lisas										
<b>Urópodos</b>										
Sin ámpulas										
Con ámpulas										
Coloración rojiza										
Sin color rojizo										

Los valores son reflejados en porcentajes y tomados cada cinco días.



Estudio sobre el crecimiento de camarones *Litopenaeus vannamei* en aguas fertilizadas con Ferti-Lake versus fertilizante experimental, realizado experimentalmente en el Laboratorio de Investigación Marina y Acuícola (LIMA).

Las Peñitas-Poneloya, León, Nicaragua, agosto-octubre de 2012

### TABLA DE ALIMENTACIÓN DE AGUAS CON FERTILAKE

Cada 5 días	Población	Sobrevivencia (%)	Peso (g)	Biomasa (g)	Biomasa a alimentar	Bw %	Alimento por día (g)	Alimento total	F.C.A
1	12	100	0,29	3,48	3,48	20	0,70	3,48	1,0
2	12	100	0,85	10,2	6,7	12	1,2	6,1	0,9
3	12	100	1,24	14,9	4,7	8	1,2	6,0	1,0
4	12	100	1,83	22,0	7,1	8	1,8	8,8	1,1
5	12	100	2,5	30,0	8,0	7	2,1	10,5	1,2
6	11	91	4	44,0	14,0	6	2,6	13,2	1,1
7	11	91	4,74	52,1	8,1	4	2,1	10,4	1,1
8	11	91	5,7	62,7	10,6	4	2,5	12,5	1,1

### TABLA DE ALIMENTACIÓN DE AGUAS CON FERTILIZANTE EXPERIMENTAL

Cada 5 días	Población	Sobrevivencia (%)	Peso (g)	Biomasa (g)	Biomasa a alimentar	Bw %	Alimento por día (g)	Alimento total	F.C.A
1	12	100	0,29	3,48	3,48	20	0,70	3,48	1,0
2	12	100	0,72	8,6	5,2	12	1,0	5,2	1,0
3	12	100	0,98	11,8	3,1	8	0,9	4,7	1,1
4	12	100	1,87	22,4	10,7	8	1,8	9,0	1,0
5	12	100	2,7	32,4	10,0	7	2,3	11,3	1,0
6	12	100	3,9	46,8	14,4	6	2,8	14,0	1,0
7	12	100	4,64	55,7	8,9	4	2,2	11,1	1,1
8	12	100	5,7	68,4	12,7	4	2,7	13,7	1,1

## GALERÍA DE FOTOS



Laboratorio LIMA, UNAN-León



Dispositivos experimentales



Haciendo conteo de fitoplancton



Toma de salinidad del agua



Toma de pH del agua



Pesaje de los camarones



Realizando recambio de agua



Camarones cosechados



Tesistas con tutora