

**Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua**

**UNAN- León**

**Facultad de Ciencia y Tecnología**

**Departamento de Biología**

**Carrera Ingeniería Acuícola**



**TESIS PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO ACUÍCOLA.**

**Tema:**

**Efecto de dos tipos de dietas: Comercial y Experimental sobre el crecimiento de camarones Litopenaeus vannamei en etapa de postlarvas.**

**Elaborado por:**

**Br. Jessica Yohenia Carvajal.**

**Br. Marvin Benito Bolaños Núñez.**

**Tutor:**

**Dr. Evenor Martínez G.**

**León, 25 de septiembre 2013**

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



## RESUMEN

El presente estudio se realizó en el Laboratorio de Investigaciones Marinas y Acuícolas (LIMA) UNAN–LEÓN; localizada en la comunidad de Las Peñitas en el departamento de León. En este trabajo probamos un alimento experimental el cual es un ensilado (fermentado) que contiene proteínas y bacterias probióticas este es utilizado en la alimentación para el crecimiento de las postlarva de camarón. En lo económico favorece en los costos, ya que el alimento experimental tiene un bajo costo U\$ 23 por quintal, comparado con el alimento que ofrecen en el mercado, teniendo un costo de U\$30. Nuestro principal objetivo es: comparar dos dietas (experimental y comercial) sobre el crecimiento de los camarones Litopenaeus vannamei, aplicado a un sistema de producción híper-intensivo. El experimento se realizó en dos dispositivos experimentales y cada dispositivo con tres repeticiones, con densidad de siembra de 125 postlarvas por metro cuadrado durando un periodo de 40 días. Diariamente se tomaban los factores físico-químicos como son: pH, temperatura y salinidad a las seis am y seis pm, haciendo muestreos poblacionales cada cinco días. Dentro de los resultados obtenidos los parámetros de pH variaron entre 6.7-8, los de temperaturas se mantuvieron entre 28.1 a 31 y la salinidad de 25‰ – 35‰ durante los 40 días de experimentó manteniéndose dentro de los niveles óptimos en el crecimiento de las post larva, con una sobrevivencia de 99.5 % con alimento experimental y 99.4 % en la dieta de alimento comercial por lo cual demostramos que con el alimento experimental obtuvimos un mejor crecimiento en el cultivo de las postlarva de camarón.



## DEDICATORIA

A Dios padre por darme la vida, la salud y las innumerables bendiciones a lo largo de mi vida.

A mi madre Mercedes Núñez y mi padre Mario Bolaños y hermanos por brindarme el suficiente apoyo incondicional para llegar a concluir mi carrera.

A mis compañeros que fueron y serán mis amigos incondicionales por siempre darme ánimo para continuar adelante.

**Marvin Benito Bolaños Núñez**

A Dios padre por darme la vida, la salud y las innumerables bendiciones a lo largo de mi vida.

A mi madre Vilma Carvajal Meza, a mi abuela Jerónima Meza, a mi hermano Luis Carvajal y a mi tía María Carvajal por su amor y apoyo incondicional para llegar a concluir mi carrera.

A mis compañero de tesis Marvin Bolaños, amigas y compañeros de clases que me ayudaron en el transcurso de mi carrera y en la elaboración de esta tesis.

**Jessica Yohenia Carvajal**



## AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a Dios por regalarme la vida, la salud, la oportunidad, fortaleza y sabiduría para desarrollar este trabajo y cumplir mis metas.

A nuestro tutor y amigo Dr. Evenor Martínez G. por darnos el apoyo incondicional para el comienzo, desarrollo y conclusión de este trabajo, M.Sc Claudia Herrera, M.Sc Claudia Jovel por sus colaboraciones en la realización de esta investigación.

A todas las personas que de una u otra forma ayudaron a la realización y desarrollo de este trabajo.

**Marvin Benito Bolaños Núñez**

Le agradezco a Dios por regalarme la vida, salud y fortaleza y la oportunidad de vivir esta etapa importante en mi vida y poder cumplir mis metas.

A nuestro tutor y amigo Dr. Evenor Martínez G. por darnos el apoyo incondicional para el comienzo, desarrollo y conclusión de este trabajo, M.Sc Claudia Herrera H, M.Sc Claudia Jovel por sus enseñanzas y colaboraciones en la realización de esta investigación.

Mil gracias a todas las personas que de una u otra forma ayudaron a la realización y desarrollo de este trabajo.

**Jessica Yohenia Carvajal**



## INDICE

|   |     |
|---|-----|
| RESUMEN.....  | i   |
| DEDICATORIA.....  | ii  |
| AGRADECIMIENTOS.....  | iii |
| I. INTRODUCCION.....  | 1   |
| II. OBJETIVOS.....  | 3   |
| Objetivo General.....   | 3   |
| Objetivo Específicos.....   | 3   |
| III. HIPOTESIS.....   | 4   |
| IV. LITERATURA REVISADA.....  | 5   |
| 4.1 Clasificación Taxonómica de Litopenaeus Vannamei.....                               | 5   |
| 4.2 Ciclo Biológico Del Camarón.....  | 5   |
| 4.2.1 Nauplio.....  | 6   |
| 4.2.2 Protozoa.....   | 6   |
| 4.2.3 Mysis.....  | 7   |
| 4.2.4 Postlarva.....  | 7   |
| 4.3 Densidad y Espacio.....   | 10  |
| 4.4 Primer Proceso de la Digestión en la Etapa del Camarón Litopenaeus<br>Vannamei..... | 10  |
| 4.4.1 Sistema de Digestibilidad en la Etapa de Postlarva.....                           | 10  |
| 4.4.2 Células de la Digestión.....  | 13  |
| 4.4.3 Enzimas Digestivas.....   | 14  |
| 4.5 Sistemas Para la Producción del Cultivo de Camarones.....                           | 14  |
| 4.5.1 Sistema Extensivo.....  | 14  |
| 4.5.2 Semi-Intensivo.....   | 15  |
| 4.5.3 Sistema Intensivo.....  | 15  |
| 4.5.4 Sistema Híper-Intensivo.....  | 16  |



---

|  |    |
|--|----|
| 4.6 Alimento.....  | 17 |
| 4.7 Ensilados.....   | 21 |
| 4.7.1 Características del Ensilado.....  | 21 |
| 4.8 Componente del Alimento Experimental.....  | 21 |
| 4.9 Tabla de Alimentación.....   | 23 |
| 4.10 Tipos de Métodos de Alimentación.....   | 23 |
| 4.10.1 Alimentación al Voleo.....  | 23 |
| 4.10.2 Alimentación en Comederos.....  | 24 |
| 4.11 Factor Conversión Alimenticia (F.C.A).....  | 27 |
| 4.12 Factores que Influyen en la Alimentación de los Organismos.....                                   | 27 |
| 4.12.1 Muda.....   | 27 |
| 4.12.2 Estrés en los Camarones.....  | 29 |
| 4.12.3 Buenas Prácticas de Manejo de Alimento para Camarón.....  | 29 |
| 4.12.4 Calidad de Agua.....  | 31 |
| 4.13 Factores Físicos Químicos del Agua.....   | 32 |
| 4.13.1 Oxígeno Disuelto.....   | 32 |
| 4.13.2 pH.....   | 33 |
| 4.13.3 Temperatura.....  | 34 |
| 4.13.4 Salinidad.....  | 35 |
| 4.14 Muestreos Biológicos en el Crecimiento de Postlarva de Camarón en el Cultivo Híper-Intensivo..... | 35 |
| 4.14.1 Crecimiento.....  | 35 |
| 4.14.2 Ritmo Crecimiento.....  | 36 |
| 4.14.3 Tasa de Crecimiento.....  | 37 |
| 4.14.4 Supervivencia.....  | 37 |
| 4.14.5 Rendimiento Productivo.....   | 38 |
| V. Materiales y Métodos.....   | 39 |
| 5.1 Localización del Área de Estudio.....  | 39 |
| 5.2 Dispositivo Experimental.....  | 40 |
| 5.3 Diseño Experimental.....   | 40 |



---

|   |    |
|---|----|
| 5.4 Elaboración del Alimento Experimental.....                        | 40 |
| 5.4.1 Procedimiento para Elaboración de harina de pescado.....        | 40 |
| 5.4.2 Procedimiento de la Harina de Maíz y Sorgo.....                 | 41 |
| 5.4.3 Otros Ingredientes Agregados a la Elaboración del Alimento..... | 41 |
| 5.4.4 Elaboración del Alimento.....                                   | 41 |
| 5.5 Comienzo del Experimento.....                                     | 43 |
| 5.5.1 Preparación del Estanque.....                                   | 43 |
| 5.6 Procedencia de las Post Larvas.....                               | 43 |
| 5.6.1 Aclimatación y Siembra.....                                     | 43 |
| 5.7 Monitoreo de los Factores Físicos Químicos del Agua.....          | 44 |
| 5.7.1 pH.....   | 44 |
| 5.7.2 Temperatura.....  | 44 |
| 5.7.3 Salinidad.....  | 44 |
| 5.8 Muestreos Poblacionales.....                                      | 44 |
| 5.8.1 Crecimiento Acumulado.....                                      | 44 |
| 5.8.2 Ritmos de Crecimiento Instantánea.....                          | 45 |
| 5.8.3 Tasa de Crecimiento Instantánea.....                            | 45 |
| 5.8.4 Supervivencia.....  | 45 |
| 5.8.5 Rendimiento Productivo.....                                     | 46 |
| 5.8.6 Factor de Conversión Alimenticia.....                           | 46 |
| VI. Resultado y Discusión.....  | 47 |
| 6.1 Factores Físicos y Químicos.....                                  | 47 |
| 6.1.1 pH.....   | 47 |
| 6.1.2 Temperatura.....  | 48 |
| 6.1.3 Salinidad.....  | 49 |
| 6.2 Muestreos Poblacionales.....                                      | 50 |
| 6.2.1 Crecimiento Acumulado.....                                      | 50 |
| 6.2.2 Ritmo de Crecimiento.....                                       | 51 |
| 6.2.3 Tasa de Crecimiento Alimenticio.....                            | 52 |
| 6.2.4 Supervivencia.....  | 53 |



---

|   |    |
|---|----|
| 6.2.5 Factor de Conversión Alimenticia..... | 54 |
| 6.2.6 Rendimiento Productivo.....           | 55 |
| VII. Conclusión.....                        | 56 |
| VIII. Recomendaciones.....                  | 58 |
| IX. Bibliografía.....                       | 59 |
| X. Anexos.....                              | 63 |





## I.- INTRODUCCIÓN

Nicaragua, es uno de los países que presenta mayor disponibilidad de recursos hídricos que prestan las condiciones óptimas para el cultivo de camarón. Destacándose este rubro en los últimos años como uno de los principales portadores de divisas en la exportación del país, desarrollándose en la zona occidental.

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.

Para ello se necesita garantizar una alimentación con balance nutricional adecuado que asegure la producción sostenible de este recurso. La obtención de proteínas de bajo costo, actualmente constituye una problemática a nivel de producción de alimentos concentrados para camarones el problema es la alta variabilidad en la calidad, disponibilidad, haciéndose necesaria la búsqueda de fuentes alternativas de diferentes orígenes.

La alimentación es un factor decisivo para el desarrollo exitoso en cualquier cultivo de organismos acuáticos y pueden representar del 50-70% del costo total de producción. (Lara. Et al, 2010).

La acuicultura de camarón enfrenta retos importantes para su consolidación como actividad económicamente viable y ecológicamente sostenible. Entre los más importantes se destacan, la maximización eficiente de la utilización de los nutrientes de los alimentos balanceados mediante la formulación y la implementación de prácticas adecuadas de manejo del alimento. (Castro et al, 2011)

El ensilado es un alimento proteico y puede definirse como un producto pastoso obtenido a partir de forma biológica con bacterias lácticas y una fuente de carbohidratos es fermentado durante tres días de conservación y su preservación es



---

fácil. El proceso para la obtención de ensilado es práctico, sencillo y económico, no requiriendo de procedimientos y equipos sofisticados y costosos.

La necesidad de aprovechar el ensilado es mediante la utilización de tecnologías simples y de baja inversión para obtener productos que, minimiza los efectos de la contaminación ambiental, sumando además ventajas nutricionales para los productos que lo incluyen en su formulación.

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)

Con este trabajo se propone como alternativa un alimento de buena calidad que permite lograr una mayor ganancia en peso de las postlarvas de camarones, con una mejor asimilación de la proteína, proporcionando un alto coeficiente de digestibilidad que contribuye a la reducción del costo de producción y empleando tecnología simple. Todos los resultados de esta investigación son para darles respuesta a los productores acerca de los altos costos que representa la alimentación en el cultivo de camarón.



---

## II.- OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL

Evaluar el crecimiento de los camarones Litopenaeus vannamei (postlarvas) creciendo bajo dos tipos de dietas comercial y experimental.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar la relación entre los factores físico químico del agua: pH, Temperatura (T°C) y Salinidad (S‰) y el crecimiento de las postlarvas de camarones Litopenaeus vannamei bajo dos tipos de dieta comercial y experimental.
2. Comparar el Crecimiento acumulado, Ritmos de crecimiento y la Tasa de crecimiento instantánea de los camarones blancos del pacífico en las dos condiciones experimentales.
3. Calcular la Sobrevivencia, Rendimiento productivo, Factor de Conversión Alimenticia de las postlarvas de camarones en las dos condiciones experimentales



---

### III- HIPÓTESIS

- H1: Los organismos que se les aplicó alimento experimental crecen igual, que a los que se le aplicó alimento comercial.
  
- H0: Los organismos que se les aplicó alimento experimental crecen diferente que a los que se les aplicó alimento comercial.



## IV- LITERATURA REVISADA

### 4.1 Clasificación taxonómica de *Litopenaeus*

|               |                    |
|---------------|--------------------|
| Phylum        | Artrópoda          |
| Clase         | Crustácea          |
| Subclase      | Malacostráca       |
| Serie         | Eumalacostraca     |
| Súper Orden   | Eucarida           |
| Orden         | Decápoda           |
| Sub Orden     | Dendrobronchiata   |
| Infra Orden   | Litopenacidea      |
| Súper Familia | Litopaoidea        |
| Familia       | Litopenaeidae      |
| Género        | <i>Litopenaeus</i> |
| Especie       | <i>vannamei</i>    |

(Martínez, 2009)

### 4.2 Ciclo biológico del camarón

Los camarones *Litopenaeus* tienen un ciclo de vida muy complejo de unos 18 meses en el cual va desde huevo; estadios larvarios (Nauplio; Zoea; Mysis hasta Postlarva); Juvenil y Adulto. (Torres, 1991).

El desarrollo sexual en *Litopenaeus vannamei* se explica de la siguiente manera: Las hembras inactivas son numerosas de febrero a Agosto. El Desarrollo de los ovarios empieza a incrementar en Octubre, es máxima en febrero y disminuye rápidamente hasta Mayo. (Soluap, 1998)

El ciclo de vida se da de la siguiente manera: los camarones blancos del pacífico *Litopenaeus vannamei* desovan en mar abierto.



Los huevecillos se hunden prontamente; el desarrollo larval comprende 11 estadios: cinco incluidos bajo el nombre de Nauplio; tres de Protozoa y tres de Mysis (estos estadios proceden a la forma verdaderamente adulta). Se usa un término para cada estadio diferente en el transcurso de la vida y se define cada uno por tamaño. Bajo esas formas el camarón es planctónico se ha movido hacia las marismas, esteros y bahías en donde entra en forma de postlarvas, sustituyendo otras poblaciones que habían entrado con anterioridad. Al alcanzar el estado adulto inicia el movimiento inverso, es decir, hacia mar abierto influenciado por la luna y las mareas. Los camarones que logran salir al mar; son los encargados de reiniciar el ciclo.

#### **4.2.1 Nauplio**

El primer estadio larval o Nauplio se caracteriza por presentar un marcado fototactismo su cuerpo es periforme; con solo tres pares de apéndices que cumplen una función natatoria, el Nauplio no se alimenta del medio externo ya que consume sus reservas y se constituye de 5 sub-estadios: El primer sub-estadio mide 0.36mm y el último sub-estadio mide 0.42mm, presenta 7 pares de antenas, presenta sus estructuras mandibulares visibles y un proceso masticador bien definido, su desplazamiento es a saltos, los 5 sub-estadios del Nauplio para su desarrollo necesita 42 horas antes de llegar al siguiente estadio larval.(Soluap, 1998)

#### **4.2.2 Protozoa**

Segundo Estadio o Protozoa (ZOEa); se caracteriza por tener el cuerpo dividido en cefalotórax y abdomen o pleon las antenas y anténulas son las principales órganos locomotores, su desplazamiento es vertical, presenta ojos compuestos y un telson espatulado, los urópodos aparecen en la tercera muda. Este estadio de Zoea presenta 3 sub estadios: El primer sub estadio mide 1.03 mm de longitud, presenta clara diferenciación de cabeza y abdomen. (Soluap, 1998)



El último sub-estadio mide 2.47mm de longitud, presenta un corazón más compacto, Telson separado y urópodos rudimentarios, este proceso de desarrollo se da en 88 horas antes de pasar al siguiente estadio.

#### **4.2.3 Mysis**

El último estadio larval llamado Mysis, se caracteriza por presentar 3 sub-estadios determinado por sus respectivas mudas.

La primera muda se da en un promedio de 24 horas mide 3.05mm; no presenta pleópodos; los periópodos están desarrollados del primer al tercer par, el cuerpo es alargado haciéndose más parecido a un camarón pequeño, con rasgos específicos más definidos. Las antenas presentan sus exopoditos modificados con una escama antenal, Presenta espinas supra orbitales, el telson es ancho espatulado. (Soluap, 1998)

El segundo sub-estadio dura aproximadamente 29 horas y mide 3.25mm, aquí se presenta un pleópodos rudimentario no segmentado, caparazón con espinas hepáticas supra-orbitales y telson casi rectangular.

La tercera muda de este estadio larval se da 29 horas después y aparece el tercer sub estadio de mysis aquí la larva mide 4.17mm de longitud, los pleópodos son bisegmentados, aparece la primer espina dorsal sobre el rostro. Aquí el organismo nada dorsalmente hacia atrás y boca arriba formando un ángulo con su abdomen y cefalotórax. El proceso de desarrollo de este estadio larval se da en 95 horas, inmediatamente del último sub-estadio de mysis aparece la primera postlarva.

#### **4.2.4 Postlarva**

Las postlarvas provenientes de los sistemas naturales son altamente resistentes a las condiciones ambientales, puesto que son productos de la selección natural. Es



una gran virtud ya que es una gran cantidad de dificultades que tuvo que vencer durante su ruta migratoria del océano (sitios de eclosión), hasta los sistemas estuarinos. La distribución de las especies en las zonas estuarinas dependen de los factores tales como: naturaleza del fondo, turbidez, salinidad, temperatura y alimento. (Pretto, 1980)

Las postlarva se caracteriza por medir aproximadamente 5.05 -11mm en 14 días, el final de proceso de desarrollo larval en el camarón está marcado por la aparición de la primera postlarva de aspecto muy semejante al juvenil y adulto, con la muda a este nuevo estadio no se observan cambios drásticos en la morfología.

En *L. vannamei* posee un rostro corto, ancho en su base y agudo en su extremo anterior presente en tallas de 5 mm de 3 a 4 dientes en la parte dorsal, los cuales terminan a la altura del pedúnculo orbital, el resto es liso hasta el extremo anterior, el borde ventral es liso, el extremo anterior del rostro llega hasta la parte media de los ojos, su fórmula rostral es (2-4)/0, en tallas de 10 mm esta especie tiene una fórmula rostral de (5-6)/1, esta especie no posee más de dos dientes en la parte ventral, lo que lo diferencia de las demás, los dientes no son opuestos.

Los pleópodos se presentan bien desarrollados y con largas setas, que son los principales órganos de la natación. El rostro esta armado con 2 o tres espinas o dientes dorsales, siendo el primero de ellas el diente epigástrico. Generalmente aislado de los dos restantes dientes rostrales, el caparazón no sufre cambios en relación con sus estadios anteriores. Aquí el camarón comienza a desplazarse hacia las franjas costeras o esteros. Al final alcanza tamaño de 12mm de longitud aproximadamente 14 días después de la primera postlarva. (Soluap, 1998)

Tabla N° 1 Cuadro de alimentación de los diferentes estadios en el camarón *Litopenaeus vannamei*.





| Estadio   | Alimentación principal                             | Comportamiento   |
|-----------|--|--|
| Huevo     |  | Flota, tendencia a depositarse en el fondo   |
| Nauplio   | Sus propias reservas                               | Locomoción por antenas, planctónicas   |
| Protozoa  | Fitoplancton                                       | Planctónica, natación por apéndices cefálicos  |
| Mysis     | Zooplancton  | Planctónica, natación por apéndices del tórax  |
| Postlarva | Zooplancton y posteriormente alimentación omnívora | Los primeros estadios son planctónicos, luego hábitos bénticos, natación por pleópodos |

(Herrera, 2009)

Se ha observado que en épocas de lluvias se incrementan la distribución y abundancia de las postlarvas y juveniles de Litopenaeus vannamei y L. stylirostry con respecto al tiempo de incidencia. Por ejemplo durante el período seco (verano) existe una mayor abundancia de las especies: Litopenaeus vannamei, L. occidentalis, L. stylirostry, durante la época de lluvia (invierno) existe la presencia de las especies Litopenaeus vannamei, L. stylirostry, se encuentran en mayor abundancia en relación con las otras especies principalmente en los meses de Septiembre y Octubre debido a que son las más copiosas de la época. Los períodos de captura han sido relacionados con las fases de la luna llena y luna nueva, que es cuando ocurren las mareas de mayores niveles, los cuales permiten introducir a las postlarvas a los esteros, estas mareas son conocidas como aguajes de luna nueva o mareas nobles y aguajes de luna llena o viva o viceversa dependiendo de la época del año. (Pretto, 1980).



### **4.3 Densidad y espacio**

La densidad de los organismos en Camaronicultura se refiere al número de camarones por metro cuadrado. Es la capacidad de postlarvas que se siembra en un metro cuadrado. Por otro lado, el concepto de capacidad de carga de un estanque camaronero estará en dependencia de la disponibilidad de alimento natural y/o artificial que se encuentra en un estanque, así como la cantidad de organismos que se estén alimentando y la calidad de agua pueda soportar para que los animales puedan vivir y crecer adecuadamente. (Herrera, 1999)

El espacio es el lugar donde se desarrollan los camarones y tiene una capacidad limitada para soportarlos, aquí, debe de existir suficiente alimento y capacidad para eliminar desechos capaces de hacer daño a los individuos. La capacidad de producir alimento y de eliminar desechos al fin determina la capacidad de carga de un ecosistema.

El rendimiento biológico es por lo tanto, el resultado de un balance entre factores favorables al crecimiento de los camarones.

Si el espacio es adecuado, la capacidad de eliminar desechos y la densidad de los individuos también, en términos prácticos esperaríamos los mejores rendimientos (Martínez, 1999)

### **4.4 Primer proceso de la digestión en la etapa del camarón Litopenaeus vannamei.**

#### **4.4.1 Sistema de digestibilidad en etapa de postlarva.**

El organismo detecta el alimento del ambiente por medio de la quimio recepción (antenas, anténulas) y con los primeros artejos toman el alimento (primer proceso de alimentación) por medio de mandíbulas, maxilípedos que lo manipulan y desgarran.



Imagen N°1 Primer proceso de la digestión

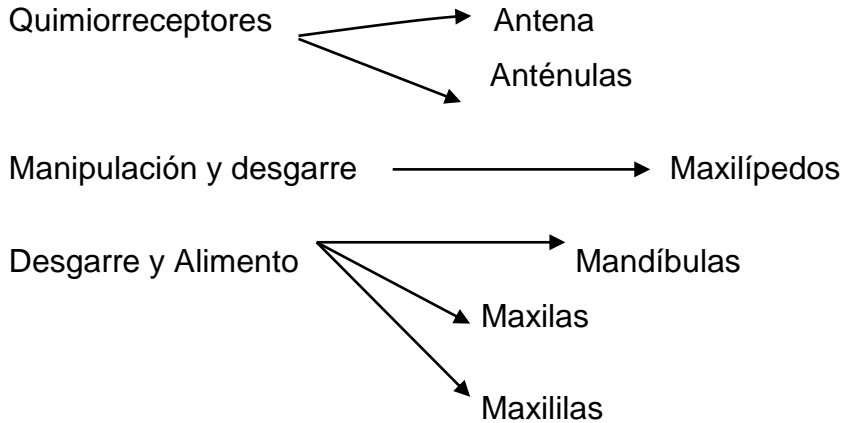
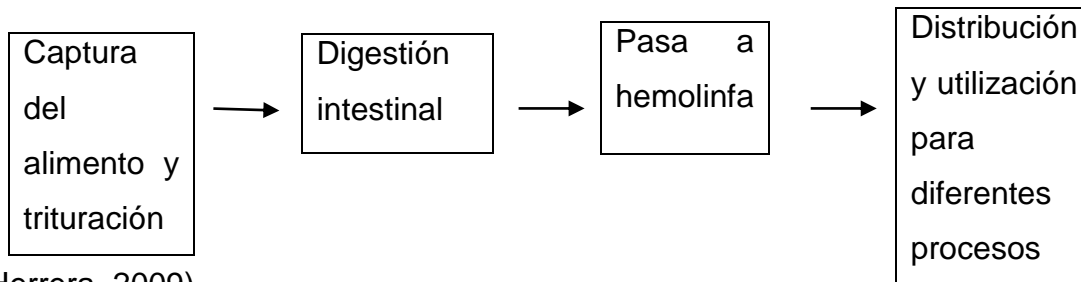


Imagen N°2 Diagrama de la Ingestión del camarón



(Herrera, 2009)

En el estómago es donde los alimentos ingeridos son transformados en una papila líquida y es igualmente donde se produce la mayor parte de la digestión química de éstos.

El intestino posterior también se pierde durante la muda, intestino con dos bolsas una anterior (estómago cardíaco o gástrico anterior) y una posterior que es el estómago pilórico que se caracteriza por el molino gástrico, cuya función es triturar el alimento con dos dientes laterales y una dorsal. Ingerido el alimento y triturado pasa a los osículos que forman un tamiz y es el paso al hepatopáncreas en partículas



pequeñas, lo demás pasa al intestino medio en el proceso de defecación, habiendo una actividad de enzimas digestivas en el estómago, es un proceso cíclico.

Regulación endocrina de la síntesis de las enzimas digestivas: la gastrina, localizada en las paredes del estómago, en las células neurosecretoras y en las glándulas del seno de los pedúnculos oculares, aumenta la síntesis de enzimas digestivas y produce un aumento de la síntesis proteica en el hepatopáncreas.

El molino gástrico está formado por piezas calcáreas que trituran el alimento junto con los fluidos de enzimas digestivas que produce el hepatopáncreas. El alimento finalmente triturado pasa a la glándula del filtro, que también está quitinizada en donde se seleccionan las partículas menores de 1mm que pasan al hepatopáncreas, las partículas mayores pasan al intestino medio y de ahí hasta que son defecadas.

La degradación química de los alimentos se realiza gracias a la acción de enzimas digestivas procedentes principalmente de la glándula del intestino medio. Este órgano complejo cumple varias funciones. Se admite clásicamente que, además de sus funciones en la secreción de enzimas digestivas y en la retención temporal y cíclica de reservas, la glándula es el principal órgano de absorción de los productos de la digestión (Gibson y Barker 1979).

La glándula del intestino medio o hepatopáncreas está formada por un conjunto de túbulos ciegos que vierten, por el extremo abierto, sus productos de secreción al estómago. Las paredes de los túbulos están constituidas por células de varios tipos: células de absorción y de acumulación, células secretoras, células embrionarias y células fibrilares.

La degradación química de los alimentos se realiza gracias a la acción de enzimas digestivas procedentes principalmente de la glándula del intestino medio o hepatopáncreas.



El hepatopáncreas (HP) es el que dirige todo el mecanismo de la digestión y absorbe todos los nutrientes. El HP es una masa grande en la región Cefalotorácica, se ramifica en 2 y posteriormente en ramas y lóbulos donde se encuentran del tipo de células que secretan enzimas y almacenan nutrientes.

Este órgano complejo cumple varias funciones.

- Funciones en la secreción de enzimas digestivas
- Retención temporal y cíclica de reservas,
- Principal órgano de absorción de los productos de la digestión
- Él hepatopáncreas está formada de túbulos ciegos que vierten, por el extremo abierto, sus productos de secreción al estómago.
- Las paredes de los túbulos están constituidas por células de varios tipos: células de absorción y de acumulación, células secretoras, células embrionarias y células fibrilares:

#### 4.4.2 Células de la digestión

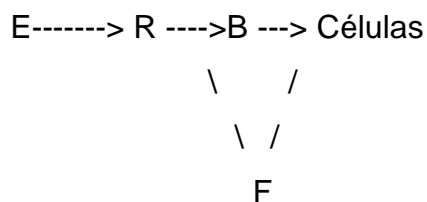
E. Embrionarias

R. Abortivas

F. Fibrilares

B. Cel. Secretoras

Esquema fundamental de la digestión del camarón:





Se plantea que las células digestivas vacían sus productos hacia la luz del túbulo.

R- Acumulan lípidos y glucógeno son las más abundantes y con un mayor número de vacuolas.

B - Son mayores y 1 vacuola grande.

F - Son fibrilares. Cada retículo endoplasmático bien desarrollado.

#### **4.4.3 Enzimas digestivas**

- Tripsinas,
- Carboxipeptidasas A y B
- Aminopeptidasas
- Dipeptidasas
- Pepsina
- Quimotripsina
- Amilasas,
- Maltosas,
- Sacarosas
- Celulosa.
- Quitinasas
- Lipasas y esterasas (Martínez y Barreto 2011)

#### **4.5 Sistemas para la producción del cultivo de camarones**

##### **4.5.1 Sistema extensivo**

Esta técnica es común en los países latinoamericanos. Los cultivos extensivos de Litopenaeus vannamei desarrollan en las zonas inter mareales, donde no hay bombeo de agua ni aireación. Los estanques suelen ser de forma irregular, con una superficie de entre 5 y 10 ha (o hasta 30 ha) y una profundidad de entre 0,7 y 1,2 m.



Generalmente, se empleaba semilla silvestre que entraba a los estanques con la marea alta, o se adquiría a los recolectores de semilla; desde la década de 1980 se utiliza PI con una densidad de 4–10/m<sup>2</sup>. El camarón se alimenta a base de alimentos producidos naturalmente mediante fertilización, y dosis una vez al día de alimentos balanceados de bajas proteínas. A pesar de la baja densidad, a los 4 o 5 meses se cosechan camarones pequeños de entre 11 y 12 g. El rendimiento en estos sistemas extensivos es de 150–500 kg/ha/cosecha, con una o dos cosechas anuales.

#### **4.5.2 Semi-intensivo**

Los estanques de cultivo semi-intensivo (1–5 ha) emplean semillas producidas en incubadoras, con densidades de siembra entre 10 y 30 PI/m<sup>2</sup>; estos sistemas son comunes en América Latina. El agua se bombea para su recambio, los estanques tienen una profundidad de entre 1 y 1,2 m y si acaso, emplean un mínimo de aireación artificial. El camarón se alimenta de productos naturales propiciando su producción mediante fertilización del estanque, complementado con alimentación 2 o 3 veces al día. Los rendimientos de la producción en estanques semi-intensivos varían entre 500 y 2 000 kg/ha/cosecha, con dos cosechas por año.

#### **4.5.3 Sistema intensivo**

El cultivo intensivo de camarón se caracteriza en que las densidades de siembra superan los 30 ind/m<sup>2</sup>. Este sistema de cultivo, se realiza generalmente en áreas pequeñas (0.5 a 1Ha) permitiendo mejorar las condiciones de cultivo y optimizar la alimentación. En estos sistemas se utiliza la recirculación y un limitado o nulo recambio de agua. En donde, se controla la entrada de alimento y nutrientes, las siembras son de altas densidades de camarones, intensa aireación u oxigenación y busca una acumulación de partículas floculadas (Bioflocs). A diferencia de los sistemas tradicionales de cultivo de camarón, estos sistemas dependen de la comunidad microbiana para la remineralización y utilización de sustancias dañinas.



Que de otra forma, tienden a acumularse por la degradación del alimento y deshechos de camarón

La mayor ventaja de mantener los cultivos sin recambio de agua, es que se reduce el riesgo de la introducción y esparcimiento de enfermedades además, el mejoramiento de la productividad natural de los estanques mediante poblaciones bacterianas, permite utilizar alimentos con menor inclusión de proteínas. En donde, la producción natural suplementa la alimentación del camarón. (Boyd, 1998)

Los factores de conversión alimenticia fluctúan entre 1,4 y 1,8:1.

Los rendimientos de la producción varían entre 7 y 20 000 kg/ha/cosecha, pudiéndose lograr de 2 a 3 cosechas por año, con un máximo de 30 a 35 000 kg/ha/cosecha.

#### **4.5.4 Sistema hiper-intensivo**

Este sistema se caracteriza por tener una densidad superior a 100 org/m<sup>2</sup>. La tasa de recambio de agua es mayor y además de fertilizar como en el caso anterior se requiere ofrecer alimentación suplementaria pues el alimento natural se hace limitante al aumentar la densidad de camarones. Se prevé utilizar una tasa de fertilización de 20 a 40 kg/ha, con una utilización de 30/kg/mes de fertilizante inorgánico y una tasa de recambio de agua de 10 a 20%

El alimento será suministrado dos veces por día, se realizará un recambio de agua del 10 al 20% y se utilizarán aireadores 24 horas al día. En este cultivo se da una siembra y una cosecha por ciclo después de cuatro a cinco meses. El sistema se basa en tecnología de recirculación con una demanda reducida de agua y pocos o nulo drenado. El sistema también se basa en aireación artificial intensiva. (Hernández. A. R., 1991).





#### 4.6 Alimento

El camarón tiene requerimientos nutricionales específicos en cada etapa de su cultivo y por ello es necesario que el alimento proporcione un balance óptimo de nutrientes así como un adecuado tamaño de partículas.

Todo ser vivo necesita alimentos para vivir ya que un organismo vivo mantiene sus componentes corporales y sus crecimientos gracias a la alimentación normalmente se ingieren por vía digestiva. El alimento está relacionado con la dieta (todo lo que un organismo come durante 24 horas). El alimento está destinado a suministrar estructuras químicas para desarrollar las funciones y mantener la salud.

El complemento de este conocimiento es explicar en qué o como asimila el camarón el alimento balanceado. Del 100% del alimento suministrado, el 85% es consumido por el camarón, un 48% de lo ingerido es utilizado para generar y mantener la energía metabólica siendo necesaria parte de esta para el proceso de Asubia (cambio de caparazón o muda). Además de excreción de metabolitos y exceso de nutrientes. De lo que queda (37%), el 20% es expulsado para biomasa como heces fecales y un 17% es aprovechado para cosecha (Achupallas, 1995).

Las fuentes de nutrientes pueden variar, pero ciertos nutrientes son requeridos por todos los animales en crecimiento, son conocidos como nutrientes esenciales o indispensables. Un nutriente esencial es aquel que no puede ser sintetizado a un nivel requerido para el crecimiento y mantenimiento. A pesar que la proteína es requerida para el crecimiento, no hay proteínas esenciales si no aminoácidos esenciales (las proteínas están compuestas

Por aminoácidos). A pesar que los carbohidratos (ej. harina de trigo) son fuentes de energía, no son carbohidratos esenciales porque pueden ser derivados de varios ingredientes almacenados y liberados a través de varios procesos metabólicos;



además los lípidos de la dietas son otros fuentes de energía. Finalmente, están los ácidos grasos esenciales (componentes de lípidos), vitaminas y minerales.

Las proteínas están consideradas como constituyentes más importantes de cualquier célula viviente y representan el grupo químico más abundante en el cuerpo de los animales, con excepción del agua.

Los aminoácidos desempeñan un importante papel en el metabolismo celular, ya que todas las reacciones bioquímicas son catalizadas por enzima constituidas por residuos de aminoácidos. Los aminoácidos son esenciales para el metabolismos lipídico y de carbohidrato, para la síntesis de proteínas tisular y de otro compuestos muy importantes y como fuentes metabólica energía (Cruz- Reyes, 1997)

Los lípidos son una fuente importante de energía metabólica (ATP). De hecho de todos nutrientes los lípidos son los compuestos más energéticos, de aquí que los lípidos se pueden utilizar como energía de modo tal que las proteínas, nutrientes mucho más valorable, se destina exclusivamente para el crecimiento. En particular, los ácidos grasos libres, derivados de los triglicéridos (grasas y aceites) representas la principal fuentes de combustibles aeróbico para el metabolismo energético. (Castille, et al 1993).

Minerales, con excepción de los elementos orgánicamente ligados, Hidrógeno, Carbono, Nitrógeno y Oxígeno, existen aproximadamente 20 o más elementos minerales que son considerados como esenciales para la vida animal, incluyendo peces y camarones. Los elementos minerales esenciales, son clasificados en dos principales grupos, acorde a su concentración en el cuerpo animal; los macro elementos y los micros elementos.

Las vitaminas son un grupo heterogéneo de compuestos orgánicos esenciales para el crecimiento y mantenimiento de la vida animal. La mayoría de la vitaminas no son sintetizadas por el cuerpo de los animales, o bien si los son es a un la tasa muy



inferior, que permita cubrir los requerimientos de los animales. Las vitaminas difieren de los otros nutrientes principales (proteínas, lípidos y carbohidratos) en que ésta no están químicamente relacionadas unas con otras, existen en cantidades muy pequeñas dentro de las materias alimenticias de origen animal y vegetal y son requeridas por los animales en cantidades traza. (Rosas, et al 1995).

Las vitaminas pueden clasificarse en dos grandes grupos, dependiendo de su solubilidad las hidrosolubles y liposolubles.

Tabla N° 2 Características del tamaño del alimento (pellet) y nutrición general en relación al peso del camarón.

| Característica          | Inicios I                 | Inicios II      | Engorde      | Acabado       |
|-------------------------|---------------------------|-----------------|--------------|---------------|
| Peso camarón en gramos  | 0-0.35                    | 0.35-4.00       | 4-18         | 18-23         |
| Tamaños del pellet      | Fino, medio y particulado | Pellet pequeños | Pellet medio | Pellet medio  |
| Diámetro del pellet     | 0.5,1.0,2.0 mm            | 3/32 in         | 3/32 in      | 3/32 o 1/8 in |
| % proteínas             | 35                        | 30-35           | 25-30        | 25-30         |
| % lípidos               | 8                         | 8               | 6            | 5             |
| % fibra                 | 3                         | 3               | 3            | 3             |
| % cenizas               | 7                         | 7               | 7            | 7             |
| % humedad               | 10                        | 10              | 10           | 10            |
| Energía bruta (Kcal/kg) | 3500                      | 3500            | 3200         | 2800          |

(Rosas et al, 1995)

Los alimentos han de tener determinadas característica organoléptica: sabor, textura, color. (Achupallas, 1995).



El aspecto visual del aspecto peletizado es un indicativo útil de su calidad. El consumidor a menudo juzga el alimento por su aspecto visual. Este aspecto es una combinación de atributo entre los que se incluyen color, nutrientes, características organolépticas, etc.

Las propiedades exigidas a un alimento son variables:

- Nutricionales
- Tecnológicas
- Organolépticas.

El camarón tiene la habilidad de separar las partículas grandes del alimento peletizado. Como los alimentos están formulados para hacer nutricionalmente balanceado, si las partículas grandes son removidas el pellet consumido habrá perdido su balance nutricional. (Tacón, 2004).

El camarón debe de ser alimentado de tal forma que tenga oportunidad de consumir tanta comida como sea posible. Esta es una consideración económica importante, que reduce la entrada de nutrientes a los estanques. Las raciones de alimento deben de basarse en tablas de alimentación que tomen en cuenta la biomasa de camarón.

La estimación de biomasa del camarón debe de realizarse con muestras frecuentes con atarrayas para determinar la tasa de crecimiento. También se usan bandejas de alimentación para saber cuánto de alimento come.

El alimento debe de distribuirse en los estanques de manera uniforme para evitar su acumulación en lugares específicos del fondo, lo que podría resultar en el deterioro de la calidad del suelo. De ser posible, la ración diaria debe administrarse en varias ocasiones con el fin de incrementar la porción de alimento consumido por el camarón.



## 4.7 Ensilados

El ensilado es basado en la acidificación del medio (disminuyendo el pH), en forma biológica con bacterias lácticas y una fuente de carbohidratos. Es un producto de fácil elaboración una manera de preservar a temperatura ambiente que lograrse por vía química utilizando ácidos inorgánicos.

El producto obtenido puede ser usado de forma líquida, con característica y calidad nutricional.

### 4.7.1 Características del ensilado

- Se puede utilizar como un excelente sustituto de la harina de pescado en dietas para peces, siendo su precio muy competitivo con relación al de la harina de pescado.
- Simple tecnología de preparación y procesamiento.
- A pesar de tener alto contenido de humedad (60-70por ciento), el producto es estable a condiciones de medio ambiente y no requiere de refrigeración.
- Proceso industrial que no contamina el medio ambiente.
- Por su naturaleza ácida, se encuentra libre de Salmonella y aflatoxinas.
- La presencia de las bacterias lácticas, facilitan la digestión y actúan como probióticos, mejorando la población natural microbiana intestinal.

## 4.8 Componente del alimento experimental

**Melaza:** es un jarabe oscuro, viscoso que proviene de la separación de la azúcar cruda en el proceso de elaboración de la azúcar refinada. Está constituido por



carbohidratos del tipo polisacáridos y monosacáridos; la melaza, contiene como materia seca cerca del 94-100% y como proteína puede contener del 4-10.3%. 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. A su vez las bacterias y algas, constituyen el eslabón inicial de la cadena trófica de alimento natural en un estanque, habitando como plancton tanto en la columna de agua y constituyendo el bentos en el suelo del estanque.

Aunque mayormente la aplicación más común de la melaza es para el control y reducción temporal de bacteria oportunistas luminosas del genero *Vibrio*. (Anónimo 1, 2008)

**Vitaminas:** Son un compuesto orgánicos complejos necesarios para el crecimiento metabolismo y reproducción de los camarones los requerimientos vitamínicos del camarón no todo son bien conocidos pero se sabe que son afectados por la talla, edad, tasa de crecimiento, condiciones ambientales e interacciones entre nutrientes.

**Minerales:** Los minerales tienen diversas funciones en el organismo de los camarones entre ellas son requerimientos para los procesos de regulación osmótica, balance ácido base como coenzimas y además forma parte del exoesqueleto. (Fox J. et al, 2004)

**Suero leche de vaca:** Las bacterias lácticas probióticas o prebióticos, son organismos vivos que se encuentran en la naturaleza y que, al ser parte de la dieta



de los camarones, mejoran su capacidad inmunológica natural y su capacidad de reacción sin dejar en sus cuerpos residuos perjudiciales para la salud.

Los probióticos se encuentran en los intestinos de los animales y producen sustancias llamadas bacteriocinas que son proteínas de bajo peso molecular que actúan como antibióticos directamente sobre los patógenos. (Anónimo 2, 2008)

**Aceites hígado bacalao:** Al ser adicionado en el alimentos favorecen la calidad nutricional de los mismos para aumentar el poder de atracción, palatabilidad y mejorar la hidroestabilidad de los alimentos en algunos casos para recubrir el alimento, Con respecto a sus riquezas de nutrientes son ricos en ácidos grasos altamente insaturado son los principales vehículos del transporté de vitaminas liposolubles y prevén otros compuesto como esteroles y fosfolípidos requeridos por el camarón para un adecuado crecimiento y supervivencia . (Anónimo, 1989)

#### **4.9 Tabla de alimentación**

Se debe contar con un programa de alimentación y tablas que muestren claramente la calidad, cantidad y periodicidad del alimento que estará dando en cada paso del proceso. Los programas de alimentación deberán ser ajustados continuamente de acuerdo a la tabla de referencia con relación a los resultados de los muestreos de población y crecimiento (biomasa), los resultados de los consumos de las charolas, ciclo de muda, productividad del estanque, estimación de la curva de oxígeno, etc. El exceso de alimento afecta directamente la calidad de agua y genera depósitos de materia orgánica en el suelo, incrementa el Factor de conversión de alimento y todo esto repercute en el costo de la operación. (Herrera y Martínez, 2009).

#### **4.10 Tipos de métodos de alimentación:**

**4.10.1 Alimentación al voleo:** El primer método utilizado tradicionalmente para alimentar camarones en cultivos intensivos y semi-intensivos es el de la adición por



dispersión o al voleo, el cual se basa en el uso de tablas de alimentación. En este método es importante que el alimento cubra la mayor superficie de las piscinas. Las dosis proporcionadas al voleo, se rigen por el ajuste de la ración de acuerdo con el peso promedio y biomasa presente en el estanque siguiendo la tabla de la alimentación, la cual es aplicada en función de la sobrevivencia derivada de los muestreos semanales.

Alimentando de esta manera asumimos que la cantidad de alimento que le ofrecemos al animal es la idónea para obtener la mejor respuesta al crecimiento, con una ración mínima necesaria. Sin embargo esta estrategia tiene el inconveniente de que no se toma en cuenta, el alimento natural presente, ni la cantidad real de alimento suplementario en un momento dado. Otra forma de complementar el uso de tablas de alimentación es alimentando de acuerdo a la abundancia del alimento natural presentes en los estanques. Para hacer esto es necesario evaluar semanalmente la biomasa de los microorganismos (fito y zooplancton) consumidos por el camarón, debiendo ser completada con la ración de alimento artificial. Esta estrategia combinada ha demostrado ser más eficiente en la utilización del balanceado y dar un mejor crecimiento.

**4.10.2 Alimentación en comederos:** Un método considerado más eficaz, emplea bandejas de alimentación o comederos, lo que permite monitorear cada cierto tiempo el consumo del alimento y ajustar su cantidad diaria (tasa de alimentación) en forma tan precisa que hay seguridad de que las libras de alimento distribuido en el estanque, día tras día, están siendo consumidos por los camarones, bajo cualquier circunstancia y durante todo el ciclo de cultivo, proporcionando además un mejor control sobre la población de camarones cultivados (estado biológico, detección temprana de enfermedades, biomasa).

Es un dispositivo diseñado para contener alimento, su tamaño puede variar entre 0.50 y 0.80 cm de diámetro, debiendo permitir el fácil y completo acceso de los





camarones. Cada comedero debe reunir ciertas características básicas que permitan su adecuado manejo, entre los principales tenemos: Maniobrabilidad para una rápida medición del alimento sobrante y un peso adecuado que posibilite su monitoreo. La instalación difiere con relación al sistema de producción empleado, para los cultivos intensivos se recomienda instalarlos a partir del primer muestreo de crecimiento, generalmente entre los 20 y 30 días posteriores de la siembra.

La cantidad de comederos utilizados puede aumentar dependiendo de la habilidad que tenga el productor de monitorear el consumo de alimento, generalmente se recomienda que se utilicen de 6 a 8 comederos por ha.

Ciertas consideraciones que deberían seguirse, si se decide usarse comederos:

1. Es importante que el personal esté entrenado para el uso e interpretación de los comederos, por el efecto que tiene sobre la producción y los costos.
2. Es conveniente llevar a cabo supervisión constante del personal especializado en esta tarea.
3. El alimento que se coloca en las bandejas debe hundirse rápidamente y este a su vez debe descender al fondo despacio, para que no se pierdan los pellets.
4. Revisar unas dos horas después los comederos en el mismo orden que se alimentó, a fin de evitar que el alimento se desintegre y por lo tanto se emitan criterios sobreestimados de consumo.
5. Las correcciones deben ser en función de las horas de mayor consumo y cualquier faltante o sobrante de alimento debe ser corregido en el mismo horario en que se puso el alimento. (Herrera y Martínez 2009)



### **Ventajas en el uso eficiente de los comederos:**

- Reducción de la necesidad de aireación y secados largos entre ciclos de cultivo.
- Disminución del bombeo y ahorro de combustible.
- Supervisión constante del estanque y detección temprana de enfermedades, resultando en una menor mortalidad.
- Previene la sub y sobrealimentación, con sus consiguientes problemas.
- Disminución del tiempo de cultivo.
- Mejoras en las evaluaciones de biomasa y una mejor eficiencia en la administración de alimentos medicados.
- Eliminación temprana de competidores y depredadores.
- Mantener al personal de campo constantemente involucrado en él estanque, el camarón y su nutrición.

### **Desventajas:**

- El costo de inversión inicial un poco alta por la adquisición de los materiales requeridos para la fabricación de la charolas de alimentación.
- Es una actividad laboriosa por lo que se necesita un mayor número de trabajadores lo que eleva el costo de la mano de obra volviendo menos rentable el cultivo.
- Posible uso de los comederos como refugio para los crustáceos: cangrejos, jaibas y otros predadores de los camarones.(Herrera y Martínez 2009)



#### **4.11 Factor conversión alimenticia (F.C.A)**

La comparación de la cantidad de alimento abastecido y el crecimiento del camarón permite que sea calculado el factor de conversión alimenticia (F.C.A). Esta es una medida del peso del camarón producido por kilogramo (Kg.) de alimento abastecido.

El F.C.A. varía dependiendo de la densidad de siembra, calidad del alimento y tamaño del camarón cosechado. También el F.C.A. puede ser influenciado por otras razones tales como: a) Mortalidad repentina del camarón durante la fase de cultivo, sin poder recuperar biomasa posteriormente; b) Subalimentación del camarón, quizás debido a densidades mayores de lo programado y/o competencia de alimento por otros organismos (caracoles, peces, jaibas); que generalmente se presenta cuando se alimenta una sola vez al día con escaso número de comederos viéndose reflejado en el crecimiento lento del camarón; c) Aporte de alimento suplementario junto con el balanceado y/o gran producción de alimento primario en el estanque. (Talavera, 1997).

#### **4.12 Factores que influyen en la alimentación de los organismos**

##### **4.12.1 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. Es un proceso discontinuo donde los organismos logran el aumento de peso, también está relacionado con el proceso de reproducción. El crecimiento en artrópodos es un proceso discontinuo, ellos incrementan el tamaño al momento de la muda, es decir al perder el viejo exoesqueleto (caparazón) y antes de endurecer el nuevo. Durante la muda el camarón absorbe agua, la cual asegura suficiente espacio para permitirle al camarón crecer.



Drach (1939), introdujo el concepto de inter-muda, como la secuencia de transformaciones comprendidas entre dos mudas, en cuyo período se cumple un ciclo completo de modificaciones morfológicas, fisiológicas y bioquímicas, responsables del crecimiento. Usualmente, el intervalo entre dos mudas sucesivas puede ser dividido en tres etapas: post-muda, inter-muda y pre-muda. Empleando la nomenclatura y los criterios establecidos por Drach (1939; 1944) y Drach y Tchernigovtzeff (1967) reconocen cinco estadios (A, B, C, D, E). Los estadios A y B corresponden a la post-muda; el estadio C a la inter-muda; el estadio D a la pre-muda y el estadio E al momento de la ecdisis.

El comportamiento fisiológico y la reproducción en crustáceos está intrínsecamente ligada al ciclo de muda, la caracterización de esos estadios puede resumirse del modo siguiente:

**Estadio A:** Post-ecdysis o post-muda inmediata: el animal acaba de abandonar la muda continuando la secreción de la nueva cutícula, en esta etapa el exoesqueleto es suave y blando.

**Estadio B:** Post-muda: exoesqueleto blando suficientemente rígido para soportar al animal, comenzando a endurecerse las diferentes capas de la nueva cutícula.

**Estadio C:** Inter-muda: exoesqueleto está completamente formado todo el exoesqueleto se engrosa y endurece. Hay crecimiento de tejidos y acumulación de reservas).

**Estadio D:** Pre-muda o proecdysis: preparación morfológica y fisiológica para etapa final; (D0 - D1) pre-muda temprana, (D2 - D3) pre-muda tardía, se reabsorben los minerales y materiales orgánicos del exoesqueleto y se deposita parcialmente el nuevo exoesqueleto, debajo del viejo.



**Estadio E:** Ecdisis: etapa en la cual la cutícula vieja se desprende, el animal se desprende del viejo exoesqueleto; es el momento de la muda.

Este ciclo se repite a todo lo largo de la vida del camarón y disminuye su frecuencia según el organismo se vaya haciendo más viejo. Durante el ciclo de la muda, los camarones acumulan en la glándula digestiva reservas de glucógeno, lípidos y proteínas, que son utilizadas mayormente en la construcción del futuro exoesqueleto y en la síntesis de nuevos tejidos. (Herrera y Martínez 2009)

#### **4.12.2 Estrés en los camarones**

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 sistemas de cultivo, ya que los organismos están expuestos a condiciones variables o francamente adversas de varios parámetros, como por ejemplo: temperatura, salinidad, OD, densidad, metabolitos tóxicos, entre otros. 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 el medio trae consigo sus propias condiciones estresantes como la pesca, competencia por alimento, presencia de depredadores, descarga de aguas residuales al mar, fenómenos naturales (Herrera y Martínez 2009).

#### **4.12.3 Buenas prácticas de manejo del alimento para camarón**

Una mala administración de las raciones de alimento de camarón daña el ambiente y ocasiona pérdidas económicas a la empresa. El mal manejo del alimento afecta el crecimiento y la sobrevivencia de los camarones en cultivo a la vez que incrementa los costos de producción. Además, proveer más alimento del necesario daña la



calidad del suelo del fondo del estanque. Una mala administración de las raciones de alimento de camarón daña el ambiente y ocasiona pérdidas económicas a la empresa. El mal manejo del alimento afecta el crecimiento y la sobrevivencia de los camarones en cultivo a la vez que incrementa los costos de producción. Además, proveer más alimento del necesario daña la calidad del suelo del fondo del estanque.

El personal de la granja debe estar preparado a la espera del arribo del contenedor de alimento para evitar la exposición de los sacos de alimento al sol o la lluvia.

Las siguientes recomendaciones deben tenerse presente en relación al almacenamiento y manipulación del alimento de camarón:

- Se debe tener cuidado en la manipulación de los sacos para evitar la desintegración de los pellets.
- Se debe llevar un inventario ordenado del alimento que asegure el uso de los sacos antiguos antes que los nuevos.
- Debe usarse solo alimento peletizado de alta calidad y con un mínimo de partículas finas.
- Los pellets de alimento deben mantener sus forma y consistencia (hidroestabilidad) por al menos un par de horas a partir del momento en que entran en contacto con el agua del estanque. El alimento peletizado que se desintegra rápidamente no es consumido por el camarón además que contamina el suelo y conduce al deterioro de la calidad de agua.
- El bajar el contenido de proteína en el alimento para camarón podría, ser de mucho beneficio.
- No se debe usar carne fresca de pescado para alimentar a los camarones.  
El uso de carne de pescado como alimento para camarón causa más problemas de calidad de agua que los causados por los alimentos peletizados y podría transmitir enfermedades.



- Los requerimientos de alimento deben ser calculados en base a estimaciones regulares de población, biomasa y con la ayuda de tablas de alimentación.
- Disperse el alimento uniformemente por toda la superficie del estanque evitando aplicaciones grandes y repetidas sobre áreas pequeñas. Los camarones pueden encontrar el alimento de manera más fácil si el alimento se distribuye de manera uniforme por todo el estanque. Esto también evitará la acumulación de alimento sin consumir en ciertas áreas. Alimentar en áreas pequeñas del fondo del estanque en donde la biomasa del camarón es alta puede generar estrés en los camarones como resultado de la competencia por el alimento.
- Administre la ración de alimento diaria en más de una aplicación cuando las condiciones de la granja lo permitan.
- No alimente cuando las concentraciones de Oxígeno sean menores a 2.5 mg/L. Los camarones no comen cuando las concentraciones de Oxígeno en el estanque caen por debajo de 2.5 mg/L. Es un desperdicio aplicar alimento bajo estas condiciones. Espere a que las concentraciones de Oxígeno disuelto suban a por lo menos 3 o 4 mg/L.
- Considere el uso de bandejas de alimentación para monitorear el comportamiento alimenticio de los camarones. (Cuéllar et al 2010).

#### **4.12.4 Calidad de Agua**

El manejo de la calidad del agua es la base para una buena producción y para protección de la calidad ambiental. La granja debe contar con un plan para el monitoreo de los parámetros físicos, químicos y biológicos de los estanques, en el cual se definan los procedimientos a seguir con cada uno de ellos.

Algunos parámetros de calidad del agua se pueden medir en el laboratorio de la granja.



El monitoreo de la calidad del agua debe involucrar: a) medición de los parámetros físicos-químicos, b) elaborar y mantener cuidadosamente registros con los valores obtenidos, c) análisis e interpretación frecuente de los datos obtenidos y d) aplicación de las conclusiones en función de una mejora en las prácticas de cultivo.

El deterioro de la calidad del agua en los estanques, puede afectar severamente la salud de los camarones al punto de poner en riesgo la población entera. De ahí la necesidad de implementar un sistema de monitoreo diario de los parámetros físicos y químicos de agua, que permita anticipar y corregir el desarrollo de condiciones adversas de calidad de agua, con el fin de restablecer las condiciones óptimas en el sistema de cultivo.

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

#### **4.13 Factores físicos químicos del agua**

##### **4.13.1 Oxígeno Disuelto**

La concentración de Oxígeno disuelto en agua se expresa en mg/L. El Oxígeno disuelto es el gas más abundante en el agua después del Nitrógeno, pero es a la vez indispensable. Cuando el Oxígeno disuelto se encuentra muy bajo los organismos se estresan y pueden morir.

La solubilidad de los gases en el agua disminuye con el incremento de la salinidad. Aproximadamente el 20 % del volumen y presión de los gases en el aire es el oxígeno. Cuando el agua está en contacto con la atmósfera, el Oxígeno del aire entra en el agua hasta que las presiones del Oxígeno del aire y del agua se igualan. Esto





se conoce como equilibrio de saturación. La concentraciones de Oxígeno para cultivo de camarón es (3.0-8.0 mg/L).

La concentración mínima de OD para especies de camarones en cultivo es de 3.0 mg/L. Valores menores a este pueden provocar un freno metabólico en el camarón y por tanto obstruye su crecimiento normal. La muerte de estas especies ocurre cuando llega a los 1.3 mg/L de OD por más de una hora. (Herrera, 1999)

#### 4.13.2 pH

Es el logaritmo de la concentración de iones hidrógeno. En los sistemas naturales, cuando la respiración excede a la fotosíntesis se observa reducción en el pH, lo cual afecta el equilibrio  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{H}^+$ . Severas reducciones pueden ocurrir cuando el agua interactúa con los sedimentos que tienen alta capacidad de cambio de iones (Boyd, 1982) o cuando los ácidos sulfurosos de los sedimentos que contienen piritas es oxidada a la forma de ácido sulfúrico. Los valores de pH óptimos para el cultivo de camarones es de (6.5-9) Este dato debe ser tenido en cuenta antes de la construcción de los estanques. Los suelos ácidos suelen encontrarse en áreas costeras, principalmente en zonas de manglares ricas en sulfatos y materia orgánica. Este tipo de suelo al secarse y oxidarse baja su pH a menos de 4; esta disminución produce una alta concentración de hierro y aluminio los cuales en general son tóxicos para los organismos en cantidades de 0,5 y 0,2 ppm respectivamente.

En consecuencia una disminución del pH produce una serie de problemas:

- Muerte de camarones por stress
- Poca productividad en el estanque
- Necesidad de mayor fertilización. (Martínez, 2012)



### 4.13.3 Temperatura

La temperatura tiene un efecto muy grande sobre los procesos químicos y biológicos. En general, cuando la T °C sube de 10°C provoca una elevación de 2 a 3 veces de los procesos químicos y biológicos, así el camarón va a consumir 2 a 3 veces más Oxígeno, Entonces la necesidad de Oxígeno disuelto del camarón y de los demás organismos aeróbicos del estanque es mucho más crítica en agua caliente, que en agua más fría. En agua caliente los fertilizantes se disuelven más rápido, los pesticidas tienen una acción más rápida, etc.

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 Hipolimnium, la fina separación donde la temperatura cambia rápidamente, entre el Epilimnio y el Hipolimnio, se llama Termoclina.

Es probable que en los estanques que tenemos en las camaroneras de 1 metro promedio de profundidad, ocurra una estratificación termal. Sin embargo, esta estratificación, debido a la poca profundidad de los estanques y al viento fuerte que mueve la superficie del agua, no debe ser muy estable. Además, la temperatura alta del agua de la superficie se enfría de noche lo que aumenta su peso, y baja para mezclarse con el agua del fondo.

Principios generales del manejo de temperatura. Los niveles óptimos de temperatura para el cultivo de camarones es (28-33 °C). (Martínez, 2012)



#### **4.13.4 Salinidad**

La salinidad se refiere a la concentración total de los iones (sales) disueltos en el agua y se expresa en partes por mil es decir, 1 gramo de sal 1kg de agua de mar (ppm).

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 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. En un estanque tanto la salinidad como la temperatura pueden producir una estratificación del agua, debido a que la densidad del agua sube con la salinidad. Una lluvia fuerte puede producir una capa de agua dulce más liviana sobre el agua del fondo más salada. Los niveles óptimos de salinidad para el cultivo de camarones es (10-40 ppm).

La falta de Oxígeno no solo reduce la actividad de los camarones, si no que disminuye hasta en 1/3 en el consumo normal de alimento. (Martínez, 2012)

4.14 Muestreos biológicos en el crecimiento de postlarva de camarón en el cultivo híper-intensivo.

##### **4.14.1 Crecimiento**

Los muestreos de crecimiento nos permiten conocer el comportamiento de los camarones, en cuanto a su desarrollo, condiciones de muda y su respuesta a la relación alimenticia. Estos muestreos deben de realizarse en forma periódica; se recomienda hacerlo semanalmente; se utiliza una malla con red de ojo de 1/8 pulgadas, esta actividad se realiza en la edad de post-larvas o pequeño juvenil hasta



alcanzar 1.5 gramos, después se utilizan atarrayas para el muestreo. La cantidad de camarones recomendada para el muestreo de crecimiento es de 20 a 30 camarones por estanque. Se espera que el camarón crezca 1 gramo por semana en sistemas híper-intensivos (Martínez y Lin, 1994).

El crecimiento depende de muchos factores unos de origen interno, hereditarios y relativos a la velocidad de crecimiento, a la facultad de utilización del alimento y a la resistencia de las enfermedades y otro de origen externo llamado en su conjunto medio vital y comprendiendo principalmente la temperatura, la cantidad y calidad de alimento presente, la composición y pureza química del medio (contenido de Oxígeno, ausencia de sustancias nocivas), el espacio vital (según que sea suficientemente extenso o demasiado reducido, el crecimiento es rápido o lento) etc. El crecimiento del camarón depende de diversos factores, siendo los más importantes: la especie, edad, temperatura, disponibilidad de alimento y el sexo. (Martínez y Rosa, 1996)

#### **4.14.2 Ritmo Crecimiento**

El ritmo de crecimiento es uno de los factores que se analiza durante los muestreos de crecimiento. El cual consiste en conocer la diferencia en peso de los camarones de la semana muestreada con respecto a la anterior. El ritmo de crecimiento no es más que el peso promedio actual menos el peso promedio de la semana anterior. Al analizar el comportamiento de la población total de camarones, a través de una muestra de esta, es posible conocer su ritmo de crecimiento. Es importante deducir el ritmo de crecimiento, porque nos muestra la cantidad en gramos que aumentaron en peso los camarones, el factor de conversión alimenticia y el porcentaje en peso o body weight que los camarones consumieron y de esta manera ajustar los valores obtenidos a la tabla de alimentación. (Martínez y Rosa, 1996).



#### 4.14.3 Tasa de Crecimiento

La tasa de crecimiento de un animal se puede decir que es la diferencia existente entre las tasas de catabolismos y anabolismo, de esta manera el crecimiento es el resultado neto de la acumulación y de la destrucción de material celular (Clifford, 1992)

La tasa de crecimiento depende de:

- La habilidad inherente de los camarones para crecer.
- La calidad del agua.
- La densidad de siembra y la especie en cultivo.
- La cantidad y calidad de alimento.
- La temperatura del agua.
- La edad de camarones.
- La salud de los camarones (Martínez y Lin, 1994).

Con cada muestreo de crecimiento realizado a una población de camarones cultivados se calcula la velocidad con que van creciendo los camarones con respecto al tiempo de cultivo, a través de la fórmula:

$$T.C = (\% \text{ día}) = \frac{(\text{Log}_{10} \text{ de peso final} - \text{Log}_{10} \text{ peso inicial}) \times 100}{\text{Tiempo}}$$

#### 4.14.4 Sobrevivencia

La palabra sobrevivencia es utilizada para señalar la capacidad de sobrevivir que posee cualquier tipo de ser vivo. En la mayoría de los casos, sin embargo, se recurre a ella para hacer referencia a situaciones específicas en las cuales la posibilidad de continuar viviendo se ve amenazada por diferentes peligros y agentes tanto externos



(cambios en el ambiente del organismos) como internos (con referencia a su inmunología).

El muestreo de sobrevivencia se realiza con el objetivo de conocer cuántos camarones por m<sup>2</sup>, existen en ese momento esto se realiza semanalmente, en el mismo momento que los muestreos poblacionales. A través de la siguiente fórmula. (Herrera y Martínez, 2009).

$$\% \text{sobrevivencia} = \frac{\text{Población actual}}{\text{Población inicial}} * 100$$

#### **4.14.5 Rendimiento productivo**

Se entiende el rendimiento productivo como un concepto interactivo en el que distintos parámetros, susceptibles de continua progresión, se fuerzan a evolucionar hacia un objetivo de optimización (productividad al alza).

El rendimiento productivo es el resultado total de una producción, en el cultivo de L. vannamei. Es más que toda la cantidad de individuos cosechados por peso promedio alcanzado por la población. Son las libras cosechadas y expresadas por hectárea. (Martínez, 2006).



## V- MATERIALES Y METODOS

### 5. Localización del área de estudio

El experimento se llevó a cabo en el Laboratorio de Investigaciones Marinas y Acuícolas (LIMA) UNAN –León; en el año 2012, localizada en las coordenadas 496457mE y 1367324mN, en la comunidad de Las Peñitas. Esta se comunica con la ciudad de León por medio de una carretera pavimentada a una distancia de 22 kilómetros de León y a 112 kilómetros de Managua la capital de Nicaragua.

#### 5.1 Dispositivo experimental

El dispositivo experimental consta de dos pilas de concreto cada una con dimensiones 4.94 metro de largo x 1.94 metros de ancho x 1.62 metros de altura, de forma rectangular con un área total  $9.58 \text{ m}^2$  y con un volumen de  $15.33 \text{ m}^3$ . En cada pila se le suministró aireación mediante un soplador o blower marca BALDOR Industrial Motors de 3 HP, conectado a una tubería de dos pulgadas de diámetro, ubicada en el costado horizontal de la pila y conectado a este, manguerillas plásticas transparentes de 1/4 de pulgada de diámetro, al final de cada manguerilla se les une una piedra difusora, esta piedra introduce aire a toda la columna de agua de las pilas durante las 24 horas (a través del blower).

El agua que se utilizó en este experimento es extraída de la costa del Océano Pacífico de las zona de la comunidad de Las Peñitas-Poneloya por medio de una tubería de 3 pulgadas y de 110 metros de longitud, termina con una válvula de cheque. El agua es bombeada por medio de bomba de agua de 3 pulgadas de diámetro Marca STA-RITE, Modelo JHHG-53HL de 5 HP. Luego fue almacenada en un reservorio de concreto, de forma rectangular, dividido en dos secciones cada una con una longitud de 11.35 metros y 4.8 metros de ancho, esto representa una capacidad de almacenamiento de agua de  $54 \text{ m}^3$ . Esta agua almacenada en el



reservorio es impulsada con una bomba sumergible de 2 pulgadas de diámetro hacia todo el sistema del Laboratorio por medio de una tubería de PVC de 2 pulgadas.

## **5.2 Diseño experimental**

En cada pila se definió un tratamiento: a una de las pilas se le suministró alimento comercial y a la otra pila alimento experimental (ensilado). En ambos tratamientos se contaban con tres raciones de alimento diario. En donde se sembraron 125 postlarvaspl12 por metro cuadrado para cada una de las pilas. Durante el estudio experimental se realizó un seguimiento diario para las toma de parámetros físico químico y muestreos poblacionales.

## **5.3 Elaboración del alimento experimental**

La elaboración del alimento se llevó a cabo en Las Instalaciones del Laboratorio de Investigaciones Marinas y Acuícolas (LIMA) de la UNAN-León.

Para esta etapa de crecimiento (postlarva), se formuló una dieta con 35% de proteínas. Utilizando como materia prima: pescado, sorgo, maíz, melaza, suero de leche de vaca, aceite de pescado, vitaminas y minerales.

### **Procedimiento para elaboración de harina de pescado**

1. Se lavó el pescado.
2. Se pesó el pescado.
3. Se cortó en pequeños trozos.
4. Se puso a hervir agua en una hoya de presión y no vierta el pescado hasta que esté en ebullición el agua.
5. Se pasó durante un minuto el pescado en agua hirviendo.
6. Se sacó el pescado y se procedió a secar el pescado expuesto al sol.
7. Seco se procedió a molerlo en un molino de granos hasta que quedé fino.
8. Se pesó nuevamente.





## **Procedimiento de la harina de maíz y sorgo**

- a. Obtención de los insumos (maíz y sorgo)
- b. Limpieza y lavado de cada uno de los granos básicos.
- c. Ya seco se procedió a moler el maíz y sorgo por separado en un molino de granos, hasta obtener la harina fina.

## **Otros ingredientes agregados a la elaboración del alimento**

**Aceite de hígado de bacalao:** El aceite que se utilizó en la dieta experimental se obtuvo de un establecimiento comercial en la ciudad de León.

**Vitaminas y Minerales (Quibotrin):** Esta materia prima fue obtenida de un establecimiento comercial en la ciudad de León, y se mantuvo en un lugar fresco y seco hasta la preparación del alimento.

**Melaza:** Esta se obtuvo en Las Instalaciones Acuícolas (LIMA) de la UNAN-León.

**Suero de leche de vaca:** Se obtuvo del establecimiento comercial de venta de leches y quesos en la ciudad de León.

### **5.4.4 Elaboración del alimento**

**Colado:** Se colaron todas las harinas secas en un colador fino para evitar que las partículas de mayores tamaños sean mezcladas en la preparación del alimento y así obtener una homogeneidad en los nutrientes.

**Pesado:** Se pesaron y midieron todos los ingredientes de acuerdo a la cantidad que se necesitó de cada uno de ellos calculadas en la formulación del alimento. Para el pesado se utilizó una balanza gramera marca scout pro sp202 con capacidad 200 gramos.



Tabla N ° 3 Gramos de inclusión de los ingredientes en la dieta al 35% de proteínas.

Ingredientes Cantidades en gr.

|                   |               |
|-------------------|---------------|
| Harina de pescado | 461.40 gramos |
| Harina de sorgo   | 230.80 gramos |
| Harina de maíz    | 307.80 gramos |
| Minerales         | 100 gramos    |
| Vitaminas         | 50 gramos     |
| Aceite de pescado | 100 gramos    |
| Suero             | 100ml         |
| Melaza            | 5ml           |

**Mezclado:** Sé mezclaron en un recipiente de plástico todos los ingredientes secos de mayor porcentaje: harina de pescado, harina de maíz, harina de sorgo, vitaminas y minerales (quibotrin).Luego se incorporaron los líquidos; aceite de hígado de bacalao, suero de leche de vaca y melaza.

Una vez mezclados todos los ingredientes se obtuvo una masa por el cual se guardó en un recipiente plástico circular con una capacidad de 10 litros dejando un 20% del espacio libre entre el producto y la tapa, para evitar el derrame en caso de formación de gases.

El período de incubación debe ser como mínimo de 72 horas, (dependiendo de la temperatura) después de este tiempo puede ser utilizado para alimentar a las postlarvas de camarón.

El almacenamiento del producto terminado (ensilado) no debe de mantenerse por encima de los 10 días, debido al proceso de hidrólisis. Se debe de medir diariamente el pH debiendo de estar entre 3.5 y 4.0. (Anónimo, 2005).



## **5.5 Comienzo del experimento**

### **5.5.1 Preparación del estanque**

La limpieza del estanque se hizo tres días antes de la siembra, se desinfectaron las dos pilas de concretos antes mencionadas utilizando como materiales; cepillo, escoba, pala, recipiente de 40 litros. Y como desinfectante cloro y detergente. Luego de haberla lavado y limpiado se procedió a llenar las pilas a un sistema operativo de 10 m<sup>3</sup> de agua.

### **5.6 Procedencia de las post larvas**

Las postlarvas provienen del Laboratorio de la Empresa FARALLON Aquaculture de Nicaragua, ubicado en la localidad de Las Peñitas, León Nicaragua. Estas postlarvas fueron traídas en su estado de postlarva 12.

#### **5.6.1 Aclimatación y Siembra**

La siembra de las postlarvas se realizó el día miércoles 15 de agosto. Las postlarvas están venían del laboratorio con temperatura de 28°C y salinidad de 33 ppm, fueron aclimatadas por un período de 1 hora. Extrayendo agua de una pana de 5 litros del estanque, se vertía en el recipiente donde los organismos se encontraban y luego se extraía agua de la bolsa, con el mismo procedimiento hasta alcanzar la misma salinidad y temperatura de las pilas. Una vez aclimatadas se pesaron para saber el peso promedio de las post larvas y luego se hizo la siembra en cada una de las pilas a 125 postlarva por metro cuadrado. Se trabajó con una columna de agua operativa 10 m<sup>3</sup> de agua para darles condiciones a los organismos ya que a menor volumen de agua el oxígeno disuelto se disipa más rápido y también la temperatura sube, a mayor de 34°C causa enanismo y desnaturalización de las enzimas limitando el desarrollo metabólico del organismo.



## **5.7 Monitoreo de los factores físicos químicos del agua**

### **5.7.1 pH**

Se utilizó un pH metro marca pH epBY HANNA. Con este equipo se midió la concentración de iones de hidrógeno. El pH metro se calibró con una concentración o solución buffer de pH 7. Introducimos 5cm por debajo de la superficie del agua, el valor registrado se observa en la pantalla del instrumento de medición.

Estas mediciones se realizaron dos veces al día: 6 de la mañana y 6 de la tarde. Los registros obtenidos se anotan en el formato.

### **5.7.2 Temperatura**

La temperatura del agua se midió con un oxigenómetro. Estas mediciones se realizaron dos veces al día: seis de la mañana y seis de la tarde.

### **5.7.3 Salinidad**

Para medir la salinidad se utilizó un refractómetro marca bio-marine.inc modelo: ABMTC salinity 0~100%. Para calibrarlo se procede de la siguiente manera: en el porta agua se coloca una gota de agua dulce (S‰) y se ajusta con un desarmador hasta el punto cero, observado en la pantalla del aparato. La lectura del aparato siempre se realizó a contra luz. Estas mediciones se realizarán dos veces al día: seis de la mañana y seis de la tarde.

## **5.8 Muestreos poblacionales**

### **5.8.1 Crecimiento acumulado**

Para determinar el crecimiento acumulado el muestreo se realizó una vez por semana. Con la ayuda de un chayo de unos 30cm de diámetro se capturaron 50



postlarvas de camarones en cada pila y con una toalla de papel se secaron las postlarvas y se pesaron en una balanza grámera marca scout pro sp202 con capacidad 200 gramos, se anota el peso y luego el camarón es devuelto al agua. Una vez pesado se tara la balanza. Ya pesado los 50 organismos se suman los cincuenta valores y luego se dividen entre el número de organismos total para obtener el peso promedio de esa semana.

### 5.8.2 Ritmos de crecimientos

Para calcular el Ritmo de Crecimiento se procede de la siguiente manera: el peso promedio de la semana actual menos el peso de la semana anterior. Para calcular el Ritmo de Crecimiento Semanal se restó el peso promedio de la semana actual menos el peso de la semana anterior. (Martínez, 1999)

R.C = Peso promedio semana actual – Peso promedio semana anterior

### 5.8.3 Tasa de crecimiento instantánea

La velocidad con que crecen los camarones en diferentes momentos se calculó por medio de la siguiente ecuación:

$$T.C = (\% \text{ día}) = \frac{(\text{Log}_{10} \text{ de peso final} - \text{Log}_{10} \text{ peso inicial}) \times 100}{\text{Tiempo}}$$

### 5.8.4 Sobrevivencia

Para calcular la sobrevivencia de las postlarvas de camarones se obtendrá de los muestreos cada cinco días. A través de la siguiente formula:

$$\% \text{ sobrevivencia} = \frac{\text{Población actual}}{\text{Población inicial}} * 100$$



### **5.8.5 Rendimiento productivo**

Este parámetro se calculó sumando el peso promedio de todos los organismos cosechados de toda la población.

Libras cosechadas = N° de individuos cosechados\* peso promedio/área

Se expresa como lbs/ha.

### **5.8.6 Factor de Conversión Alimenticia**

Este parámetro lo calculamos tomando en cuenta el suministro de alimento acumulado semanalmente en kg entre la biomasa del camarón semanal. Se trata de ver cuánto alimento suministrado se convirtió en biomasa de camarones.

FCA = Alimento suministrado / Biomasa acumulada.



## VI-RESULTADO Y DISCUSIÓN

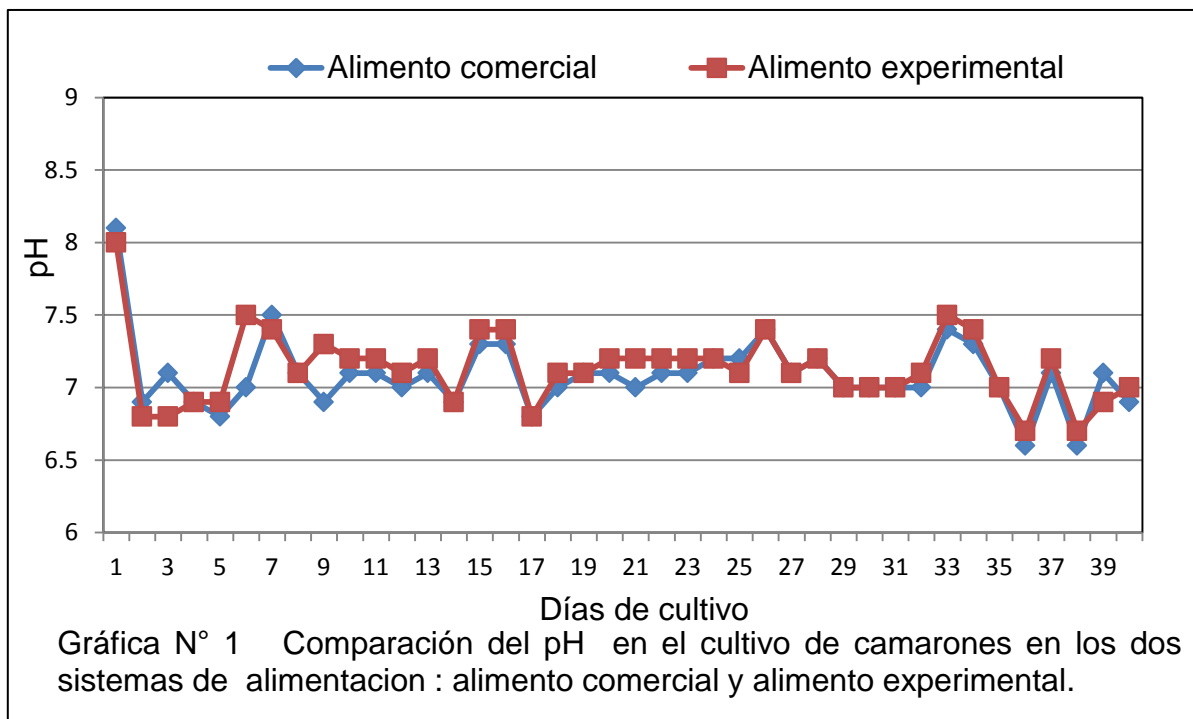
### 6. Factores físicos y químicos

#### 6.1.1 pH

Los registros de pH encontrados en el agua donde se aplicó dieta comercial fueron entre 6.6 y 8.1 y en las aguas con dieta experimental 6.7 y 8. La tendencia que presentó el pH fue horizontal y sus valores oscilaron alrededor de 7.2.

Según Martínez, 2012 para el cultivo de camarón es de 6.5 a 9. Para mudar el camarón tiene que bajar el pH de su cuerpo para lograr disolver las sales pegadas a su caparazón y así puedan ser reabsorbidas por el nuevo caparazón. Si el pH es alto el camarón no puede mudar.

Los resultados del estudio muestran que los valores de pH se mantuvieron en los intervalos aceptables y por ello no afectaron al crecimiento de los camarones.



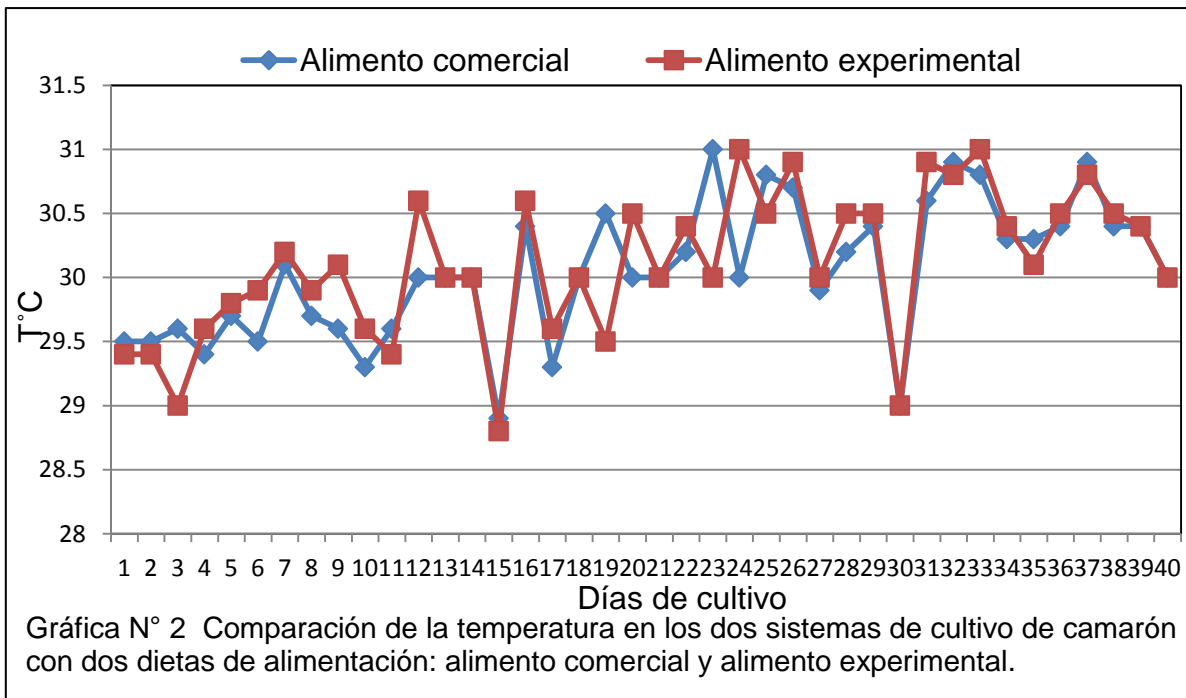


### 6.1.2 Temperatura

La temperatura de las aguas del medio de cultivo es importante en el desarrollo de los camarones. Los valores registrados de la temperatura con la dieta comercial varió entre 28.9°C y 31°C y con la dieta experimental fue de 28.8°C y 31°C.

Según Martínez, (1999) explica como las temperaturas mayores a 34°C prolongadas causan enanismo, esto es debido a la desnaturalización de algunas enzimas, lo que afecta en la síntesis de la materia provocando limitaciones en el desarrollo metabólico del animal.

Los valores registrados en este estudio muestran una tendencia a incrementarse de alrededor de 29.5°C a 30.5°C. Todos los valores registrados para ambas condiciones experimentales caen dentro de los intervalos óptimos de 28°C – 33°C mencionado por Martínez para el crecimiento de camarones. Dado lo antes expuesto se puede aseverar que la temperatura no afectó el crecimiento de los camarones en el experimento.





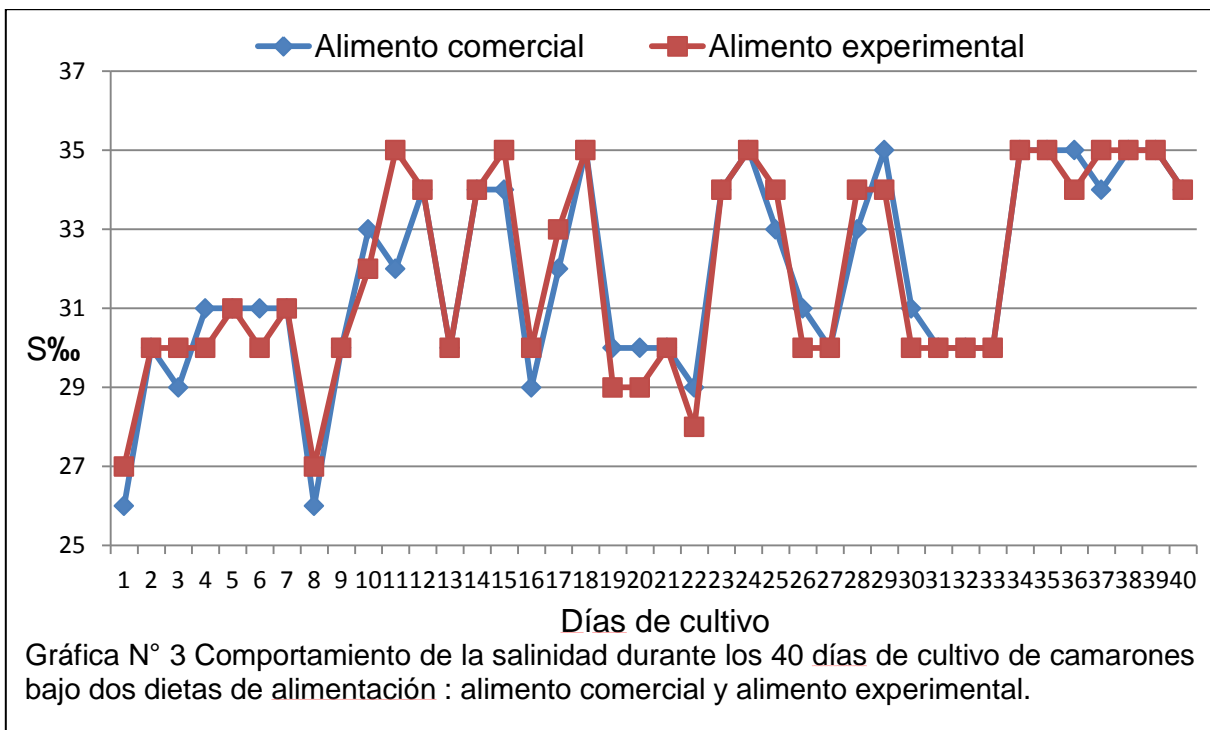


### 6.1.3 Salinidad

La salinidad del medio de cultivo juega un papel importante en la osmorregulación celular de los camarones. Los valores registrados en cuanto a la salinidad del agua variaron según el tratamiento. En las aguas donde se aplicó dieta comercial la salinidad varió entre 26 ‰ y 35 ‰, y en la dieta experimental entre 27 ‰ y 35 ‰. La tendencia de la salinidad fue a incrementarse a lo largo del ciclo experimental.

Martínez, (2012), propone que los valores óptimos de salinidad en cultivo van entre 10 ‰ – 40 ‰. Las altas salinidades causan estrés y obligan al camarón a utilizar recursos energéticos para restablecer el equilibrio osmótico causado por las diferencias en osmoralidad entre los fluidos internos del camarón y la del agua de medio.

Según los datos registrados en este trabajo la salinidad no afectó el crecimiento de los camarones ya que se presentó dentro de los intervalos óptimos.





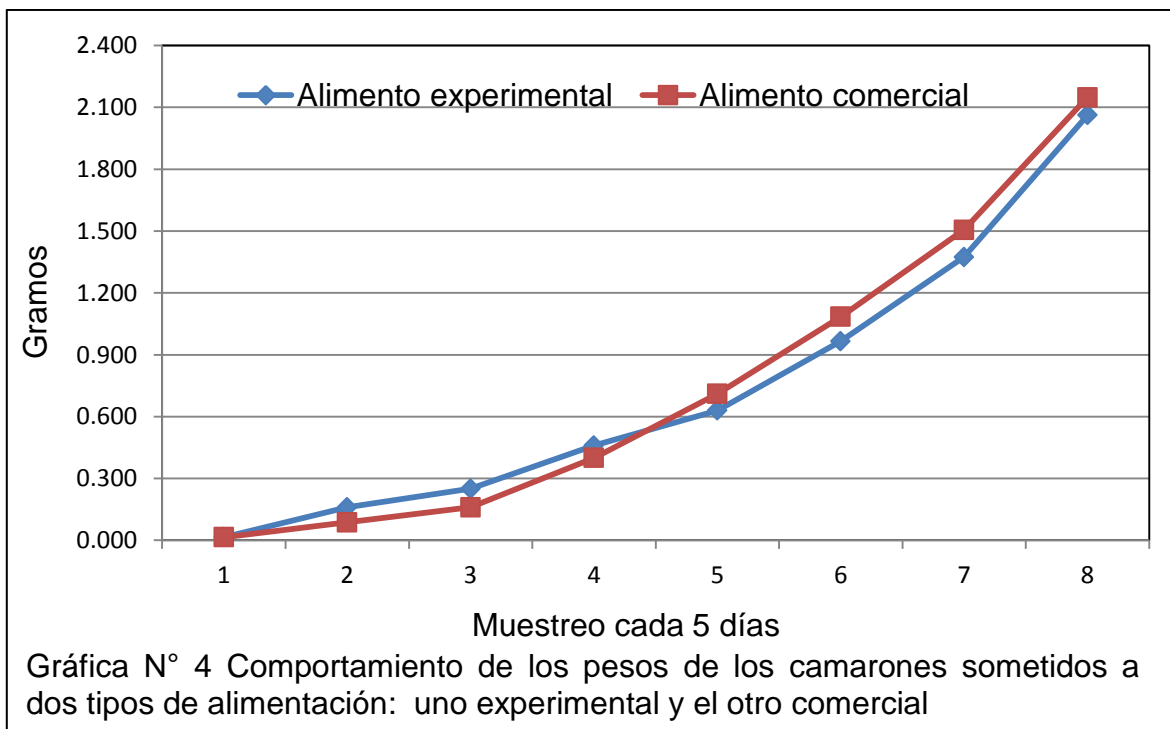
## 6.2 Muestreos poblacionales

### 6.2.1 Crecimiento Acumulado

Los camarones se sembraron con un peso inicial 0.015gr tanto para el alimento comercial, como para el alimento experimental. Para un peso final que presentaron los camarones en el dispositivo donde se les proporciono dieta comercial fue de 2.14gr y en la dieta experimental 2.06gr.

Martínez, (2012), señala que los pesos acumulados esperados para camarones Litopenaeus vannamei en etapa de postlarva deben de crecer 3 gramos en 35 días.

El crecimiento bajo, pudo deberse al ataque temprano de Vibriosis sin embargo en la penúltima semana, se aplicó antibiótico natural (Ajo) para contrarrestar esta patogenicidad. Dado los datos de referencia podemos concluir que el crecimiento registrado por los camarones está debajo de lo esperado.





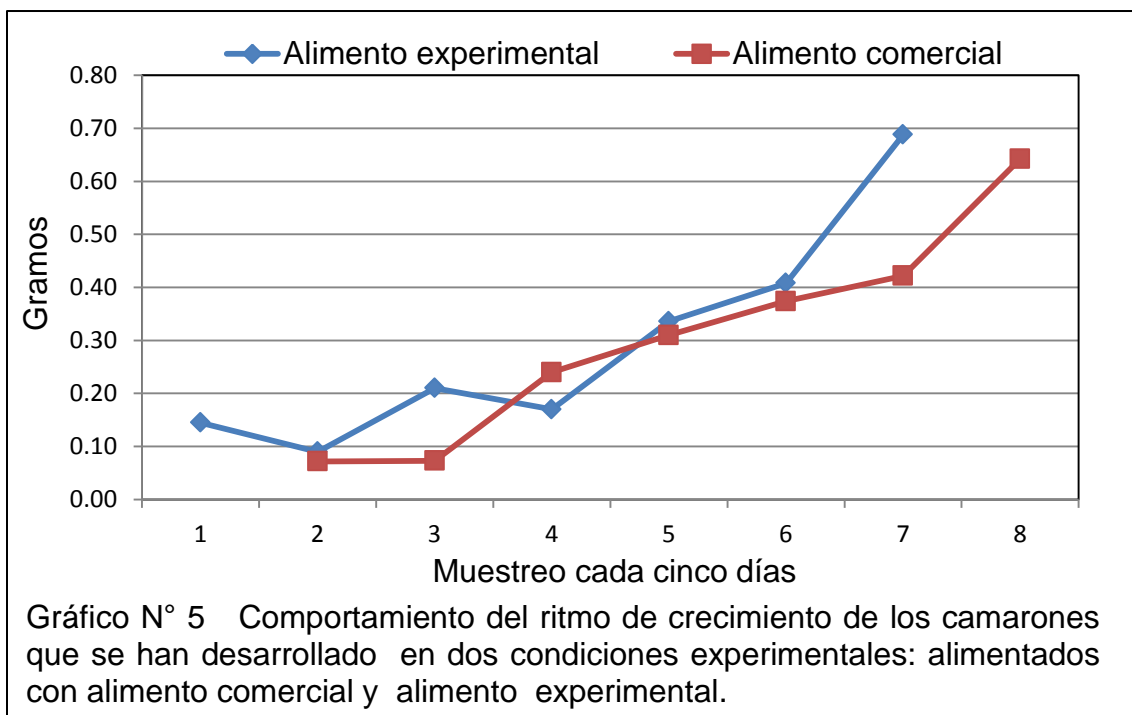
### 6.2.2 Ritmo de Crecimiento

El ritmo de crecimiento nos muestra la cantidad de gramos que aumentaron por cada semana un camarón. En el gráfica N° 5. Se muestran los Ritmos de crecimiento observado durante todo el experimento.

El ritmo de crecimiento de los camarones en el experimento con dieta comercial en su primera semana de cultivo fue 0.07gr y para la última semana 0.64 gr. y en la dieta experimental fue de 0.15gr en su primera semana de cultivo y para la última semana 0.69gr.

Según Martínez, (2012), sobre el estudio de crecimiento de camarones marinos en etapa de postlarva para el ritmo de crecimiento debería de ser de 0.55 y 0.80gr por semana.

A partir de esto podemos decir que entre los dos resultados el que tuvo mejor ritmo de crecimiento fue el alimento experimental.



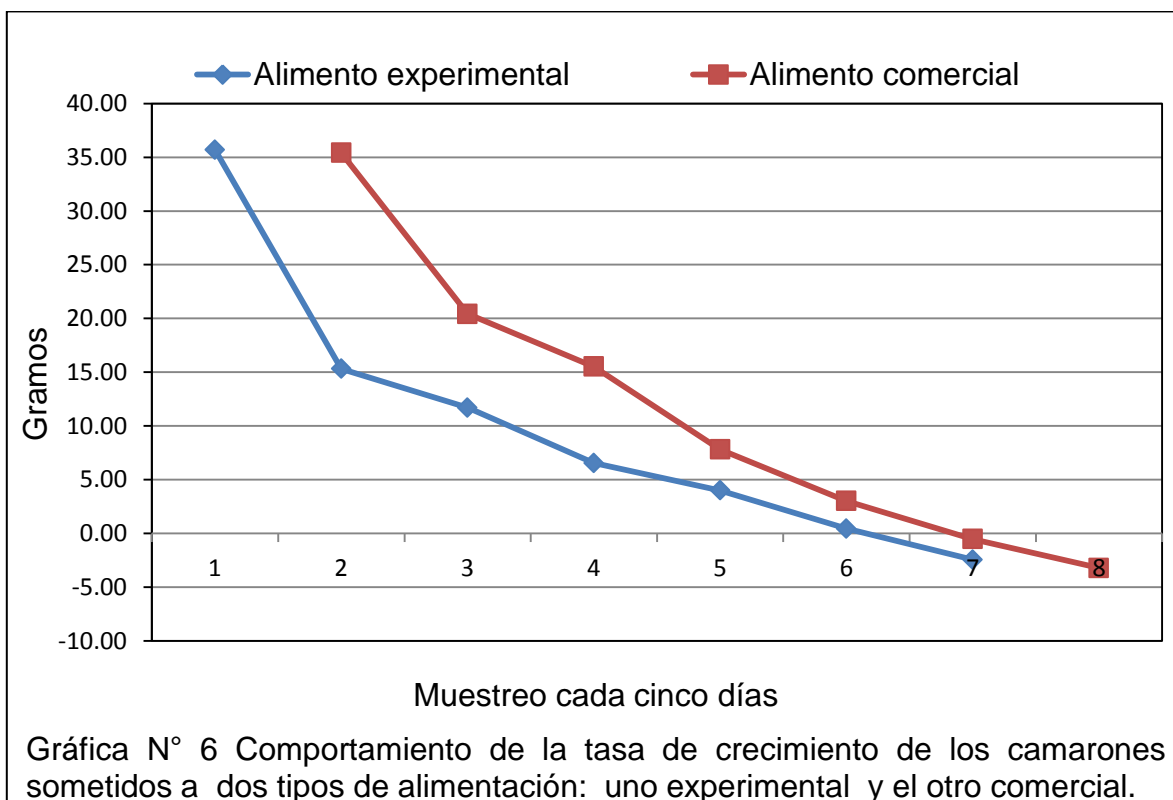


### 6.2.3 Tasa de Crecimiento Alimenticia

La tasa de crecimiento instantánea al final del experimento para los animales en el dispositivo con dieta comercial fue de -3 y en el dispositivo con dieta experimental fue de -2.45.

Según Martínez, (2012), señala que la tasa de crecimiento esperada para camarones Litopenaeus vannamei a 35 días en etapa de postlarva debe de ser -4.22 gramos.

Se puede observar, en la gráfica N°6, que obtuvo una menor velocidad en el crecimiento del camarón con el experimento durante semana 7 esto fue debido a las condiciones de muda y su respuesta a la ración alimenticia. Dado que se esperaba -12 de tasa de crecimiento, podemos concluir que la tasa de crecimiento de los camarones en los experimento están por debajo de los esperados.



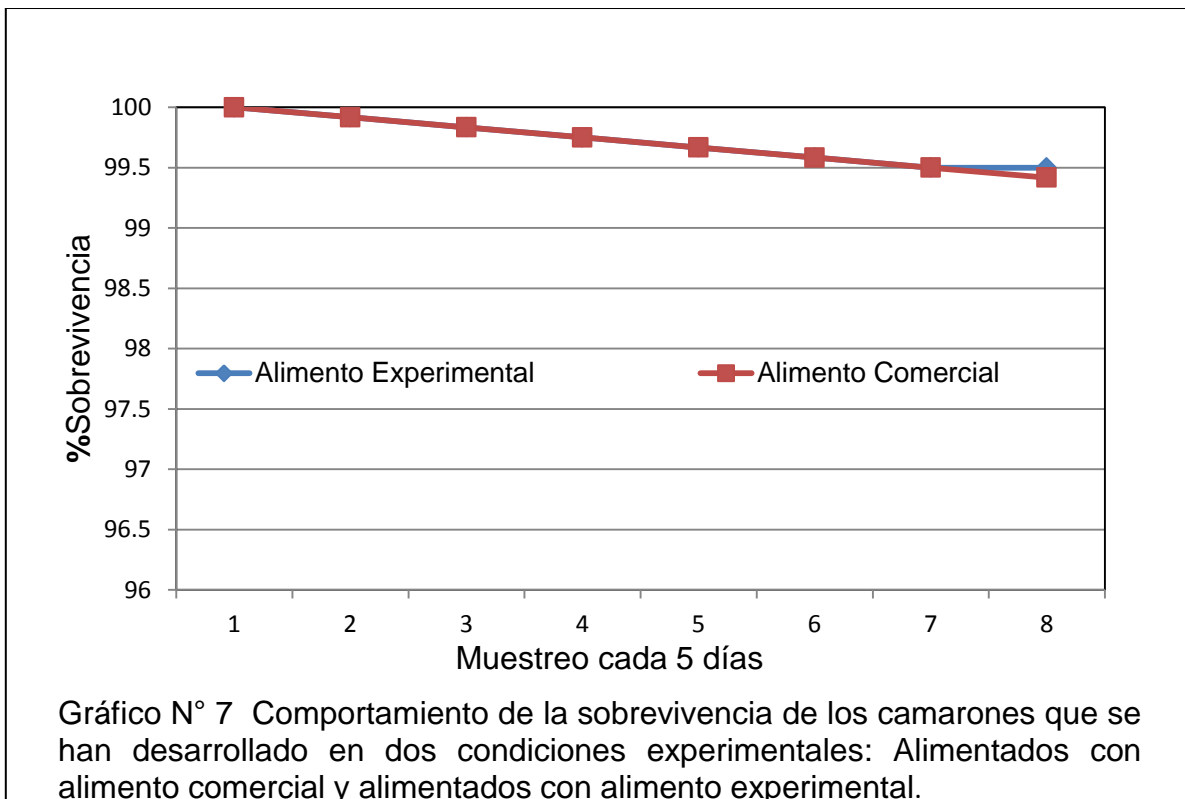


#### 6.2.4 Sobrevivencia

La sobrevivencia de los camarones en el cultivo depende de una inmensidad de factores. La sobrevivencia en el dispositivo con dieta comercial fue de 99.4% y en el dispositivo con dieta experimental fue de 99.5%.

Según Herrera y Martínez, 2009 en teoría se espera que con postlarva de laboratorio lo normal es que haya un 85% de sobrevivencia al final del cultivo.

Podemos deducir con respecto a la sobrevivencia se presentó por encima de lo expuesto por Herrera y Martínez. Esto fue debido a las buenas prácticas acuícolas que se implementó en todo el ciclo experimental.



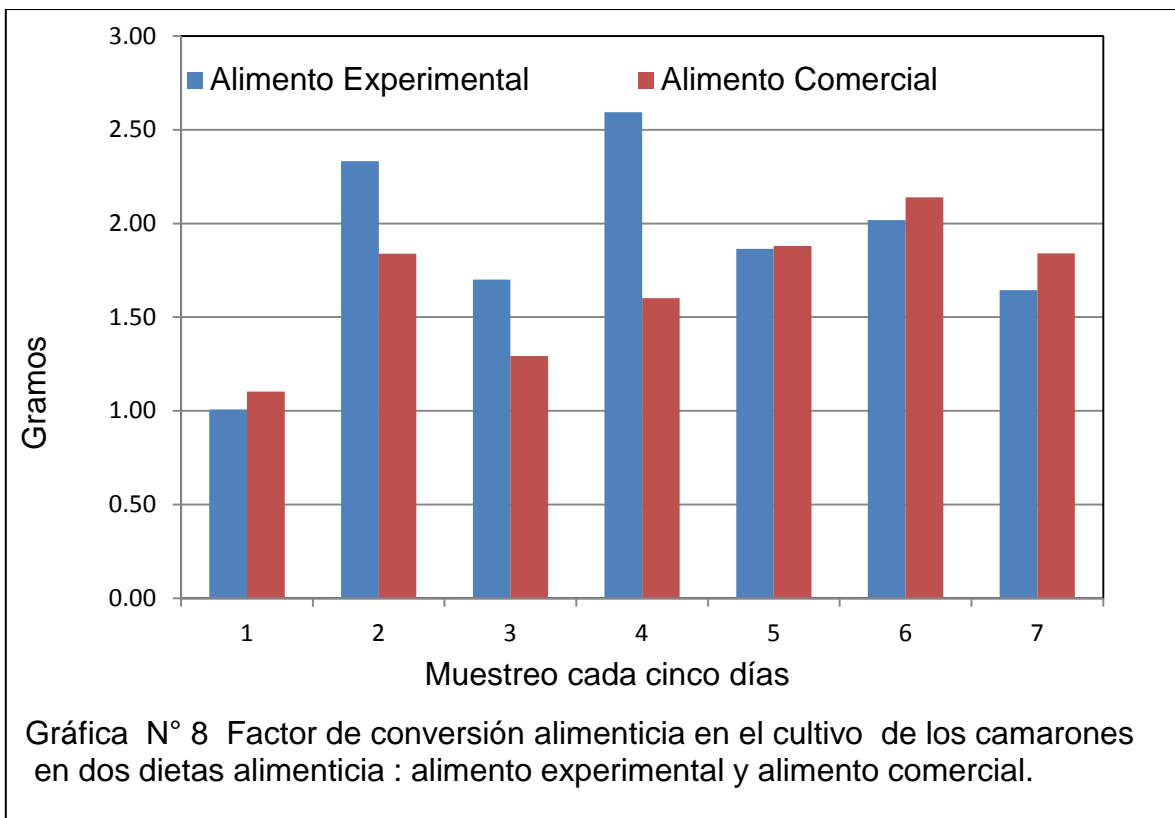


### 6.2.5 Factor de Conversión Alimenticia

En el gráfico N° 8, muestra el comportamiento del factor de conversión alimenticia en los camarones alimentados en el dispositivo con dieta comercial fue de 1.84gr y en el dispositivo con dieta experimental 1.64gr.

Según (FAO 2006-2012) en cultivo súper intensivo, el crecimiento del Litopenaeus vannamei los factores de conversión alimenticia anda de 1,5–2,6:1.

Podemos concluir que no hubo sobrealimentación durante todo el ciclo experimental.



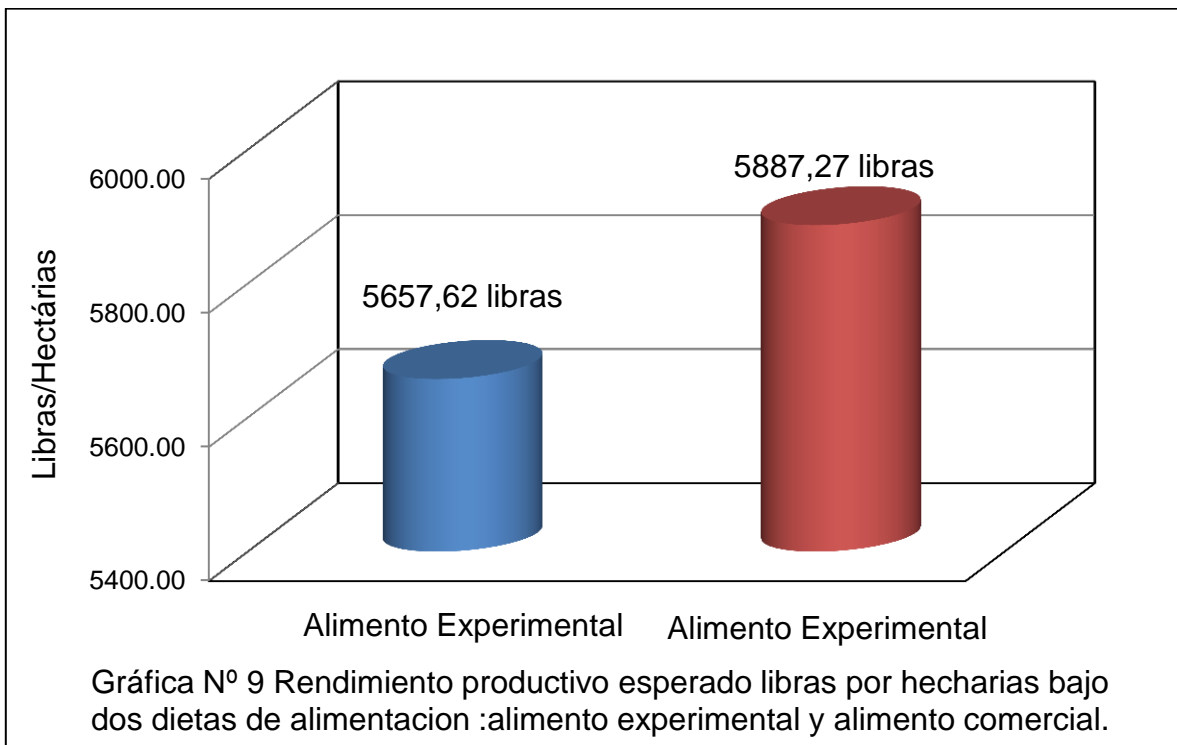


### 6.2.6 Rendimiento Productivo

El rendimiento productivo para el alimento con dieta comercial fue de 5,887 libras/hectáreas y en la dieta experimental su rendimiento productivo fue 5,657 libras/hectáreas.

Según Martínez, (2012), señala que los valores esperados de 85% de sobrevivencia, 3 gramos de peso y 125 ind/m<sup>2</sup> se tiene que el rendimiento productivo esperado es de 7,021 lbs/ha

Podemos concluir que el efecto de la alta densidad es demostrada en este trabajo, ya que a mayor densidad mayores la transmisión de enfermedades, sin embargo se obtiene mayor cantidad en biomasa. Los resultados son menores a lo esperado.





## VII-CONCLUSION

### Factores físicos químicos

1. Los registros de pH encontrados en el agua donde se usó dieta comercial fue entre 6.6 y 8.1 y en las aguas con dieta experimental 6.7 y 8. La temperatura varió entre 28.9 °C y 31 °C en el dispositivo con la dieta comercial y con dieta experimental 28.8 °C y 31 °C. La salinidad del agua varió en el dispositivo de la dieta comercial entre 26 ‰ y 35 ‰ y en la dieta experimental entre 27 ‰ y 35 ‰.

### Muestreos poblacionales

2. Los valores de crecimiento acumulado de los camarones en el dispositivo donde se dio dieta comercial fue de 2.14gr y en la dieta experimental 2.06gr. En cuanto al ritmo de crecimiento de los camarones en la dieta experimental fué el valor más bajo de 0.15gr y el valor más alto 0.69gr y en la dieta comercial el valor más bajo 0.07gr y el valor más alto 0.64gr. La tasa de crecimiento instantánea para los animales con dieta experimental fué de -2.45gr y en la dieta comercial de -3gr.

3. La sobrevivencia de los camarones en el dispositivo con dieta comercial fue de 99.4% y en el dispositivo de la dieta experimental 99.5% y para el rendimiento productivo en la cosecha donde se alimentó con dieta comercial fue de 5887 libras/hectáreas y en la dieta experimental 5657 libras/hectáreas. El Factor de Conversión Alimenticia en los camarones alimentados con dieta comercial fue de 1.84 y en la dieta experimental fueron 1.64 durante el tiempo de cultivo.

Los factores físicos químicos de las aguas de ambas pilas estuvieron dentro las variaciones óptimas para este cultivo de postlarva de camarones y por tanto los parámetros, sobrevivencia, rendimiento productivo y Factor de Conversión Alimenticia no fueron afectados.





El presente trabajo investigativo sobre el efecto en el crecimiento de los camarones Litopenaeus vannamei (postlarvas) creciendo bajo dos tipos de dietas comercial y experimental (ensilado). Se observó que las postlarvas que fueron alimentadas con dieta comercial tuvieron un mayor crecimiento que las postlarvas que se les trató con alimento experimental por lo cual aceptamos la hipótesis nula.



## VIII-RECOMENDACIONES

1. A los productores y tesisistas se recomienda aplicar el alimento experimental en cualquier sistema de cultivo de camarones en etapa de postlarvas
2. Tener siempre presentes los equipos en perfectas condiciones con mantenimiento continuo para que los datos registrados sean los más exactos posibles.
3. A los acuicultores deben proveer aireación constante a las pilas o estanque ya que el sistema de cultivo empleado exige de una óptima aireación para los camarones.
4. A los productores, técnicos o ingenieros de granjas de producción de camarones se les recomienda, que realicen evaluaciones previas en postlarvas de camarón, antes de suministrar alimentos, para asegurarse de la calidad del alimento que se le está proporcionando.
5. Evitar someter a las postlarvas de camarón a condiciones estresantes, como exceso de tiempo fuera de las pilas durante muestreos.



## IX-BIBLIOGRAFÍA:

1. Achupallas, J .1995. La calidad de los alimentos Acuícola y su desafío en el mantenimiento de una acuicultura ecuatoriana sostenible, artículo publicado en la revista cámara nacional de acuicultura, No .10 de octubre 1995, Guayaquil-ecuador, pag.24-26.
2. Anónimo, 2005 (Los microorganismos eficaces aliados en el cultivo sostenible de camarones) *Higa Teruo*, Universidad de Ryukyus en Okinawa, Japón, visitado 18 de mayo 2012 8:41am <http://www.ecotecnologias.com.ve/ima/pdf/Acuicultura.pdf>.
3. Anónimo 1, 2008 Nota técnica acuícola No. 1. Aplicación de melaza en cultivo de camarón para favorecer el desarrollo de microorganismos y como regulador de pH. Biólogo Luis Miguel Zapata Vargas & Ing. Dennis Licardie Herrera. Diciembre 2008.
4. Anónimo 2, 2008 disponible en <http://aupec.univalle.edu.co/informes /2008/diciembre/> camarones. Html. (Probióticos en dieta de camarones evita el uso de antibióticos) consultado el jueves 04/07/2013 4:50 pm.
5. Anónimo, 1989 FAO departamento de pesca nutrición y alimentación de peces y camarones cultivados manual de capacitación. Métodos de alimentación tercera parte (aceite hígado de bacalao) consultado el jueves 04/07/2013 5pm.
6. Barreto, F. 2003. Crecimiento de camarones Litopenaeus vannamei asociado a factores de manejo. León 2003, Pág. 2
7. Boletín NICOVITA, 1998.muestreos poblacional en el cultivo de camarón 1parte: uso de la atarraya .Editorial Tumpis. Tumbes.Perú.Volumen 3, pags.1-2.
8. Boyd, C.E. 1998. Water quality for pond aquaculture.Research and Development Series ° 43 Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn, Alabama.
9. Boyd, C.E. and D. Gautier.2004. Effluent composition and water quality standars.GlobalAquacultureAdvocate 3(5):42-44.



10. Castille, F.L, Samocha T.M., Lawrence A.L He, H., Frelier, P., and jaeneke, F., 1993 Variability in growth and survival of early postlarval shrimp. (*Penaeus vannamei*, Boone, 1931). *Aquaculture*, 113: pág 65-81.
11. Castro, F, J, Ceballos & Barbarito. 2011. Estrategias para optimizar el manejo del alimento en el engorde del camarón blanco del Caribe *Litopenaeus schmitti* Revista *AquaTIC*, nº 35, pp. 20-34. sitio web: <http://www.revistaaquatic.com/aquatic/art.asp?t=p&c=244>
12. Clifford, H.C. (1992). Marine shrimp pond management: a review. En: Wyban, J.(Ed). *Proceedings of the special session on shrimp farming. The World Aquaculture Society. Baton Rouge, Louisiana, EE.UU.* 110-137.
13. Cruz-Reyes, G. 1997. cuantificación de aminoácidos de los estadios larvarios del camarón *Litopenaeus vannamei* y estimación de los requerimientos de aminoácidos esenciales. Tesis de Maestría. Facultad De Ciencias Biológicas, UANL. México.
14. Cuéllar, A. Lara, C. Morales, V. García, O. 2010 organización del sector pesquero y acuícola del istmo centroamericano (OSPESCA) parte del sistema de la integración centro americana (sica). manejo para el cultivo de camarón blanco *Litopenaeus vannamei*.
15. Currie, D, 1993 causas del estancamiento del crecimiento, impreso en honduras .pag.1, 2,3.
16. FAO. 2006-2012. Programa de información de especies acuáticas. *Litopenaeus vannamei*. Programa de información de especies acuáticas. Texto de Briggs, M. In: Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO [en línea]. Roma. Actualizado 7 Abril 2006. (Citado 23 Noviembre 2012). [http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Litopenaeus\\_vannamei/es](http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Litopenaeus_vannamei/es).
17. Fox J. et al, 2004 nutrición y manejo del alimento. Texas A&M University, Corpus Christi, Texas USA. University, College Station, Texas USA. PDF. Pág 1-6.
18. Franco A. 1993. Manejo técnico de granja camaronera. Proyecto de fortalecimiento a la Acuicultura. Manual I. Pág.52-60.
19. Gibson, R., and P.L. Barker 1979. The decapod hepatopancreas.
20. Hernández, A.R. 1991. Mozambique Bioeconomía del Cultivo de Camarón. Informe de misión proyecto MOZ/86/033. F.A.O. pp. 95
21. Herrera, C. 1999 Crecimiento de camarones *Litopenaeus vannamei* en estanques manejados con sistema semi-intensivo. Estero real, Nicaragua. Periodo transitorio seco-lluvioso, tesis de licenciatura, Nicaragua. UNAN-León.
22. Herrera, C. Martínez, E. 2009; Guía para una camaronicultura sostenible, bajo régimen de buenas prácticas acuícola. pág. 50.



23. Lara C. et al, 2010. Manual de buenas prácticas de manejo para el cultivo del camarón blanco *Litopenaeus vannamei*. OSPESCA. Panamá, julio de 2010. PDF. Pág. 44-48.
24. Martínez, E, Lin. F. 1994. Manual para cultivo de camarones marinos del género *Penaeus*. Autoridad Noriega para el desarrollo internacional (NORAD). UNAN-LEON. pag. 24-34
25. Martínez, E. 1999. Aspectos fisiológicos de los camarones. UNAN-León. Pág. 8
26. Martínez, E. C. Herrera, N. López, 1999 Fitoplancton. Centro de investigaciones del camarón. UCA. Managua, Nicaragua. Pág. 4, 5
27. Martínez, E. 2006. Proyecto de producción de camarones en estanques de Concreto, las peñitas-León. UNAN- León.
28. Martínez, E. Barreto, A. 2011. Ecofisiología de los organismos acuícolas UNAN-León. Pág. 15
29. Martínez 2012. Crecimiento de camarones Marinos *Litopenaeus vannamei* en estanque de concreto .Laboratorio de investigaciones Marinas y Acuícolas (LIMA). UNAN-León. León Nicaragua.:5.
30. Martínez, E. y Rosa, C. 1996. Aspectos de la biología reproductiva del camarón blanco del golfo de México, Campeche. Pág. 33 Oceanogr. Mar. Biol. 77:285-346.
31. Pretto, Malca, R 1980. Estado actual de acuicultura en panamá .rev. Lat. Acui, (5):7-19.
32. Rojas, A, Haws, M. & Cabanillas J., ed. 2005. Buenas Prácticas de Manejo Para el Cultivo de Camarón. United States. Pág. 22, 24.
33. Rosas, C, Bolgaro-Crevenna, A, A. Sánchez, G. Gaxiola, L.A. Soto and E. Escobar, 1995. Roles of digestive gland in the energetic metabolism of *Penaeus setiferus*. Biol. Bull. 189:168-174.
34. Saborío, A., 2000. La Camaronicultura en Nicaragua.; Universidad Centroamérica.
35. Soluap, E. 1998. Alternativas de cultivo acuícolas. Tomo I. Guayaquil, Ecuador. Pág. 42
36. Tacon, G.J. 2004 Nutrición y alimentación de peces y camarones cultivados. Manual de capacitación.
37. Talavera, E. 1997. Factor de conversión alimenticia en cultivo de camarón. Boletín Nicovita. Volumen 2 - Ejemplar 03. Nicovita Lima. Marzo, 1997.
38. Torres, D. 1991. Manual práctico de cultivo de camarón de hondura. Honduras. Pág. 28-29.
- 39. Sitios web**



40. <http://www.scielo.cl/pdf/imar/v34n2/art06.pdf>. Modificado Lunes 03 de Agosto de 2009 01:30:28 p.m. visitado 6 de julio 2012, 2 pm
41. <http://www.oceandocs.org/bitstream/1834/2078/1/Balsinde,%20Fraga,%20Galindo%5B1%5D.pdf>. Modificado Lunes, 17 de Noviembre de 2008 04:51:38 a.m. visitado 11 de junio 2012,8:54 am.
42. <http://www.fao.org/ag/aga/agap/frg/APH134/cap3.htm>. Modificado Jueves, 23 de Enero de 1997 05:02:04 a.m. visitado 11 de mayo 2012 ,9am.
43. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n1111111/111107.pdf>. modificado Domingo, 20 de Noviembre de 2011 11:37:38 a.m. visitado 11 de mayo 2012, 8:50.
44. <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/959/95917210.pdf>. modificado Lunes, 30 de noviembre de 2009 11:58:36 a.m. visitado 11 de mayo 2012 ,8:49am.
45. <http://www.siac.org.mx/fichas/87%20-%20Acuicola%20-%20Camaron%20-%202004-235.pdf>. modificado Martes, 14 de Junio de 2011 04:56:31 pm. Visitado 11 de junio 2012, 9:02am.
46. [http://www.em-la.com/archivos-deusuario/basedatos/em\\_en\\_acuicultura.pdf](http://www.em-la.com/archivos-deusuario/basedatos/em_en_acuicultura.pdf) .modificado, Viernes, 20 de febrero de 2009 03:36:52 pm. visitado 16 mayo 2012,7:55pm.
47. <http://faorlc.cgnet.com/faoar/recursos/pdf/acuicultura/acuicultura.pdf>. modificado 04/11/2012. visitado martes 24 de Julio 2012, 9:16 am.



## X- ANEXOS

Lugar



Dispositivo Experimental



Conteo de larvas



Parámetros físico químico

Temperatura



Salinidad



pH



Parámetros poblacionales

Población



Crecimiento



Sanidad acuícola



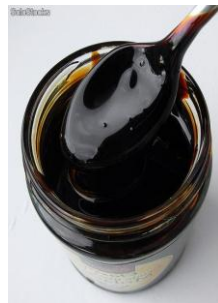
Cosecha







Insumos para la elaboración del alimento



Proceso de elaboración del alimento

Mezclado



Alimento en proceso de fermentación



Alimento listo







Tabla N° 1 Ejemplo de una tabla de alimentación utilizada en el experimento.

| Fecha | Semana | Población | Sobrevivencia | Peso Promedio | biomasa | % peso | alimento diario | alimento semanal |
|-------|--------|-----------|---------------|---------------|---------|--------|-----------------|------------------|
|       |        |           |               |               |         |        |                 |                  |
|       |        |           |               |               |         |        |                 |                  |
|       |        |           |               |               |         |        |                 |                  |

Tabla de base de datos:

Tabla N° 2 tabla de base de datos de parámetros poblacionales utilizada durante el proceso de experimentación.

| Sem | Nt | Sobrevivencia | Pes Ac | RC | TC | Bo.Tot | Bo.Sem | Alim Día | Alim Sem | Alim Acum | FCA |
|-----|----|---------------|--------|----|----|--------|--------|----------|----------|-----------|-----|
|     |    |               |        |    |    |        |        |          |          |           |     |
|     |    |               |        |    |    |        |        |          |          |           |     |
|     |    |               |        |    |    |        |        |          |          |           |     |