

**Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua**

**UNAN – León**

**Facultad de Ciencias y Tecnología**

**Departamento de Biología**

**Carrera de Ingeniería Acuícola**



Tesis previo para optar al título de Ingeniería Acuícola

Tema:

Crecimiento de camarones juveniles *Litopenaeus vannamei* con dos tipos de alimentos: comercial 25% de proteína Vs. experimental 18% de proteína Sistema semi-intensivo.

**Autores:**

Br. Sheyla Gabriela Morales.

Br. Leslie Isabel Membreño Centeno.

León, 11 de septiembre, 2015

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

**Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua**

**UNAN – León**

**Facultad de Ciencias y Tecnología**

**Departamento de Biología**

**Carrera de Ingeniería Acuícola**



Tesis previo para optar al título de Ingeniería Acuícola

Tema:

Crecimiento de camarones juveniles *Litopenaeus vannamei* con dos tipos de alimentos: comercial 25% de proteína Vs. experimental 18% de proteína Sistema semi-intensivo.

**Autores:**

Br. Sheyla Gabriela Morales.

Br. Leslie Isabel Membreño Centeno.

**Tutor:**

Evenor Martínez G.

León, 11 de septiembre, 2015

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

## RESUMEN

La alimentación es una de las funciones más importantes de un organismo, a partir de ella se obtiene la energía necesaria para el crecimiento, sostenimiento y producción, de manera que la calidad del alimento y su disponibilidad son factores muy importantes para el cultivo del camarón, ya que la base de toda producción camaronera es la alimentación. El presente trabajo consistió en determinar el crecimiento de camarones juveniles *Litopenaeus vannamei* con dos tipos de alimentos: comercial 25% de proteína Vs. experimental 18% de proteína a base Harinas: pescado, maíz, soya, sorgo, yuca y semolina en un sistema semi intensivo. Los resultados obtenidos de los factores físico-químicos alimento comercial (T1) el Oxígeno Disuelto se mantuvo entre 4,4 a 6,6 mg/L, la temperatura oscilaba de 27 °C a 30,7 °C, la salinidad variaron entre 30 a 35‰S, con un pH entre 7,5 a 8,4 ppm. En el alimento experimental (T2) el Oxígeno Disuelto se presentó entre 4 a 6,5 mg/L, con una temperatura de 27,1 °C a 30,6 °C, la salinidad variaron entre 30 a 35‰S, con un pH entre 7,5 a 8,5ppm. Se obtuvo un peso acumulado para el alimento comercial (T1) de 5 gr y en el alimento experimental (T2) de 5,5 gr, un ritmo de crecimiento en el alimento comercial (T1) mínimo de 0,5 y máximo de 0,9, en el alimento experimental (T2) un mínimo de 0,7 y máximo de 0,9, con una tasa de crecimiento en el alimento comercial (T1) un mínimo de 1,72 y máximo de 2,36 y en el alimento (T2) mínimo de 1,55 y máximo de 3,15. Con una sobrevivencia de 100% en ambos tratamientos, con un rendimiento productivo final en el alimento comercial (T1) es de 1738,9 Lbs/ha, y el alimento experimental (T2) 1912,8 Lb/ha, obteniendo un FCA en el alimento comercial (T1) de 1,27 Lbs y en el alimento experimental (T2) 1,27 Lbs. En nuestro trabajo presentado es cierto que es evidente la diferencia numérica entre los crecimiento de ambos tratamientos, estadísticamente no existe diferencia significativa ( $p < 0.05$ ), la hipótesis que aceptamos es la nula ya que el crecimiento de los camarones juveniles alimentados con alimento comercial con 25% de proteína, es similar al alimento experimental con 18% de proteína.

## **DEDICATORIA:**

*Primeramente le agradezco a Dios por regalarme la existencia, la salud, la oportunidad de haber cumplido este sueño que es haber culminado mi carrera, la sabiduría, la fortaleza, la voluntad y la determinación de tener claro lo que quería para mi futuro.*

*Agradezco a mi abuelita Adilia del Socorro Vidaurre Izquierdo, quien fue una madre para mí. Mi mayor apoyo y a quien le agradezco por la persona que soy hoy en día (Que en paz descanse). A mi madre María Magdalena Morales Vidaurre por ser la persona que me trajo a este mundo su apoyo incondicional, a su esfuerzo, a su dedicación a su voluntad, por su motivación hacia mí y gracia a ella pude salir a delante, a mis tíos principalmente a mi tío Jaime Vidaurre a quien le agradezco por su apoyo moral y económico, a mi prima Rosario Vidaurre por su apoyo incondicional por estar conmigo cuando más lo necesite, gracias a todos los que hicieron posible este sueño.*

*Doy gracias a mis profesores especialmente al Dr. Evenor Martínez, y Msc. Claudia Herrera, por brindarnos todos sus conocimientos, fundamentos prácticos y teóricos, disposición, paciencia y poder aprender de todos sus conocimientos, a mis compañeros de generación por todos los momentos que pasamos juntos como grupo a lo largo de estos 5 años de estudio.*

*Sheyla Gabriela Morales.*

## DEDICATORIA:

*Primeramente le doy gracias a Dios, a mis padres y a la Virgen María, por regalarme el don de la inteligencia, paciencia, sabiduría, confianza y voluntad para poder salir adelante y seguir el camino del bien y que siempre estén a mi lado en cada momento de mi vida.*

*Agradezco a mis padres Francisco de Jesús Membreño Carrión y Reyna Isabel Centeno Solís, que son los pilares de mi hogar y les agradezco por haberme traído al mundo, gracias a ellos con mucho esfuerzo y dedicación me han sacado adelante y por todos sus consejos que me han brindado por eso estoy hasta donde estoy ya culminando mis estudios universitarios, a quienes les agradezco incondicionalmente por su apoyo moral y económico quienes sin ellos no hubiera sido posible todo este esfuerzo por eso los amo muchísimo.*

*Doy gracias a mis profesores especialmente al Dr. Evenor Martínez y Msc. Claudia Herrera, por brindarnos todos sus conocimientos, fundamentos prácticos y teóricos, disposición y paciencia y así poder aprender de todos sus conocimientos y ser una excelente estudiante, a mis compañeras y compañeros que me han brindado su colaboración en a lo largo de estos 5 años de nuestras vidas.*

*Leslie Isabel Membreño Centeno*

## **AGRADECIMIENTOS:**

*Sentados frente a una hoja en blanco, nos cuesta trabajo contemplar el fin de otra etapa de nuestras vidas que culmina como un triunfo. Es el inicio de un nuevo camino que gracias al apoyo incondicional de nuestros padres se hizo realidad.*

*A lo largo de esta etapa aparecieron personajes que nos apoyaron como Dios padre, nuestros profesores: y en especial al Dr. Evenor Martínez quien fue nuestro mayor apoyo facilitándonos sus conocimientos y fundamentos prácticos y teóricos, Msc. Claudia Herrera, Ing. Álvaro Barreto; quienes fueron nuestra guía a lo largo de estos 5 años de carrera apoyándonos y dirigiéndonos hacia un buen futuro profesional. Nuestros familiares, nuestros tíos, nuestros amigos, nuestras hermanas y sobrinos que sin ellos y sin nuestros padres este logro sería inalcanzable.*

*Solo queremos que en estas hojas queden plasmados algunos de nuestros conocimientos y recuerdos, que hacen posible la llegada de nuestro brillante futuro como profesionales.*

*La base de esta ilusión es el camino construido paso a paso el cual se convierte en nuestra realidad. De corazón gracias a todos los que hicieron posible culminar este sueño.*

*Sheyla Gabriela Morales.*

*Leslie Isabel Membreño Centeno.*

## Contenido

I- INTRODUCCIÓN .....	- 1 -
II- OBJETIVOS.....	- 3 -
OBJETIVO GENERAL:.....	- 3 -
OBJETIVOS ESPECÍFICOS: .....	- 3 -
III- HIPOTESIS.....	- 4 -
VI- LITERATURA REVISADA.....	- 5 -
4.1 - Ciclo de vida de los camarones <i>Litopenaeus vannamei</i> .....	- 5 -
4.2- Clasificación Taxonómica de la especie <i>Litopenaeus vannamei</i> .....	- 6 -
4.3- Hábitat alimenticio de la especie en cultivo en sus diferentes estadios:.....	- 6 -
4.3.1- Postlarva: .....	- 6 -
4.3.2- Juveniles .....	- 6 -
4.4- Sistema digestivo: .....	- 7 -
4.4.1- Apéndices.....	- 8 -
4.4.2- Estómago e Intestino.....	- 9 -
4.4.3- Hepatopáncreas o glándula del intestino.....	- 10 -
4.5- Captación del alimento por el organismo (Ecofisiológicamente): .....	- 10 -
4.6- Sistemas de producción camaronero en Nicaragua.....	- 12 -
4.6.1- Artesanal .....	- 12 -
4.6.2- Extensivo.....	- 13 -
4.6.3-Semi-intensivo.....	- 13 -
4.6.4-Intensivo.....	- 14 -
4.6.5- Híper-intensivo .....	- 14 -
4.7- Calidad de Agua:.....	- 15 -
4.8- Factores físico-químicos.....	- 15 -
4.8.1- Oxígeno Disuelto .....	- 15 -
4.8.2- Temperatura.....	- 16 -

4.8.3- Salinidad .....	- 17 -
4.8.4- pH .....	- 18 -
4.9- Parámetros poblacionales.....	- 19 -
4.9.1- Crecimiento y Desarrollo .....	- 19 -
4.9.2- Crecimiento en peso acumulado .....	- 20 -
4.9.3- Ritmo de crecimiento.....	- 20 -
4.9.4- Tasa de crecimiento.....	- 21 -
4.9.5- Supervivencia.....	- 22 -
4.9.6- Rendimiento productivo.....	- 23 -
4.9.7- Factor de conversión alimenticia .....	- 23 -
4.10- Requerimientos nutricionales para camarones juveniles .....	- 24 -
4.10.1- Proteínas.....	- 24 -
4.10.2- Aminoácidos.....	- 25 -
4.10.3- Lípidos.....	- 25 -
4.10.4- Minerales.....	- 25 -
4.10.5- Vitaminas.....	- 26 -
4.11- Nutrición y alimentación.....	- 26 -
4.11.1- Importancia del alimento.....	- 27 -
4.12- Formulación de alimento.....	- 27 -
4.13- Elaboración del alimento comercial al 25% .....	- 28 -
4.13.1- Molienda.....	- 28 -
4.13.2- Mezcla.....	- 28 -
4.13.3- Aglomeración o peletización.....	- 29 -
4.13.4- Enfriado y secado.....	- 30 -
4.13.5- Composición química de los ingredientes a utilizar.....	- 30 -
4.13.6- Harina de pescado .....	- 30 -

4.13.7- Harina de soya .....	- 31 -
4.13.8- Harina de sorgo .....	- 31 -
4.13.9- Harina de maíz .....	- 32 -
4.13.10- Semolina .....	- 32 -
4.13.11-Harina de yuca .....	- 33 -
4.14- Tabla de alimentación. ....	- 34 -
4.15- Métodos de aplicación del alimento: .....	- 34 -
4.15.1- Al boleó: Manual.....	- 34 -
4.15.2- Comederos o charolas de alimentación.....	- 35 -
4.16- Factores que afectan la alimentación: .....	- 36 -
4.16.1- La muda .....	- 36 -
4.16.2- Ritmo circadiano.....	- 37 -
4.16.3- Talla .....	- 37 -
4.16.4- Oxígeno disuelto.....	- 38 -
4.16.5- Temperatura.....	- 38 -
4.16.6- pH .....	- 38 -
4.16.7- Estrés.....	- 38 -
4.16.8- Enfermedades .....	- 39 -
4.17- Buenas prácticas de manejo del alimento para camarón.....	- 39 -
4.18- Análisis estadísticos. ....	- 40 -
V.- MATERIALES Y MÉTODOS.....	- 41 -
5.1- Localización del lugar del experimento .....	- 41 -
5.2- Dispositivo experimental:.....	- 42 -
5.3- Diseño experimental:.....	- 43 -
5.3.1- Flujo de agua.....	- 43 -
5.3.2- Flujo de aire.....	- 44 -

5.4- Aclimatación y siembra:.....	- 44 -
5.5- Preparación del alimento.....	- 44 -
5.5.1- Harina de pescado .....	- 44 -
5.5.2- Harinas: soya, maíz, sorgo .....	- 45 -
5.5.3- Semolina .....	- 45 -
5.5.4- Elaboración de alimento experimental .....	- 45 -
5.6- Régimen Alimenticio.....	- 45 -
5.7- Factores físico- químicos.....	- 46 -
5.7.1- Oxígeno Disuelto .....	- 46 -
5.7.2-Temperatura.....	- 46 -
5.7.3- Salinidad .....	- 46 -
5.7.4- pH .....	- 47 -
5.8- Parámetros Poblacionales.....	- 47 -
5.8.1- Peso promedio acumulado .....	- 47 -
5.8.2- Ritmo de crecimiento .....	- 48 -
5.7.3- Tasa de crecimiento .....	- 48 -
5.8.4- Supervivencia.....	- 48 -
5.8.5- Rendimiento productivo .....	- 49 -
5.8.6- Factor de conversión alimenticia .....	- 49 -
VI-RESULTADOS Y DISCUSIÓN: .....	- 50 -
6.0- Oxígeno Disuelto .....	- 50 -
Temperatura.....	- 51 -
Salinidad: .....	- 52 -
pH .....	- 53 -
Crecimiento Acumulado.....	- 54 -
Ritmo de Crecimiento .....	- 56 -

Tasa de Crecimiento .....	- 57 -
Sobrevivencia.....	- 58 -
Rendimiento Productivo.....	- 59 -
Factor de Conversión Alimenticia .....	- 60 -
VII- CONCLUSIONES .....	- 61 -
VIII- RECOMENDACIONES .....	- 62 -
IX- BIBLIOGRAFÍA.....	- 63 -
X. ANEXOS.....	- 67 -

## I- INTRODUCCIÓN

El cultivo de camarón es uno de los sectores de la acuicultura con más rápido crecimiento en Asia y Latinoamérica y recientemente en África. La Camaronicultura se ha desarrollado en los últimos años como una actividad económica, en la Región de Centroamérica, el cultivo de camarón marino corresponde al 12.8% de la producción anual.

En nuestro país casi todas las empresas camaronera y parte de las cooperativas han desarrollado un sistema de producción de manejo semi-intensivo, para el año 2013 se obtuvieron producto de las exportaciones de camarón de cultivo la cantidad de US\$176,000,000.- (Ciento setenta y seis millones de dólares), equivalente a unos 60 millones de libras de camarones y empleando unos 20 mil trabajadores permanentes, cual denota la gran importancia de la Camaronicultura (Martínez, 2014), a partir de estos datos calculamos con un Factor de Conversión Alimenticia de 1.5, un consumo de 90 millones de libras de alimento para camarones, equivalentes a 900 mil quintales.

La alimentación es un factor decisivo para el desarrollo exitoso en cualquier cultivo de organismos acuáticos y pueden representar del 40 y 60% del costo total de producción, por lo que un óptimo aprovechamiento de la misma, permitirá elevar la eficiencia y evitar que se conviertan en fuente de contaminación la que va cobrando elevada relevancia en cuanto a la calidad y cantidad de alimento a adicionar en dependencia de la especie, edad, estado fisiológico y condiciones del cultivo entre otras. Los alimentos deben ser usados de tal manera que rindan el máximo beneficio y a la vez reduzcan los costos y los impactos potenciales. (Martínez y Herrera 2012).

Reducir el contenido de proteínas hasta un nivel aceptable en el alimento puede tener múltiples beneficios. Los alimentos con alto contenido de proteínas presentan un alto costo para la producción de camarón El pescado es la principal fuente de proteína en los alimentos de acuicultura y su alta demanda para consumo humano encarece el costo de dichos alimentos, por lo que al reducir el contenido de proteínas ayudamos a disminuir los costos del alimento, la explotación del pescado para harinas, los contaminantes en el estanque, siendo por lo tanto las dietas con bajo porcentaje de proteína una alternativa nutricional con base sólida.(Haws et al 2001).

Para resolver el problema del alimento nacional hay que utilizar distintos granos alternativos como: maíz, soya, sorgo, yuca que nos ayudara a disminuir los costos del alimento experimental.

Los resultados de este trabajo investigativo podrán ayudar a Cooperativas, Acuicultores y Técnicos a brindar mejores decisiones sobre el tipo de alimento a ser usado en la producción de camarones. Tendrán información de acuerdo al sistema de cultivo en este caso semi-intensivo y a su densidad de siembra en etapa de juveniles tempranos ya que podrán constatar que alimento comercial con 25% de proteína tiene el mismo efecto sobre el crecimiento de los camarones en comparación con el alimento experimental al 18% de proteína.

## II- OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL:

Determinar el crecimiento de camarones juveniles *Litopenaeus vannamei* con dos tipos de alimentos: comercial 25% de proteína Vs. experimental 18% de proteína a base de harinas: de pescado, maíz, soya, sorgo, yuca y semolina en un sistema semi intensivo.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Verificar que los Factores físico-químicos, Oxígeno Disuelto, Temperatura, Salinidad y pH son variables que no afectan el crecimiento en este experimento.
2. Determinar el Crecimiento Acumulado, Ritmo de Crecimiento y Tasa de Crecimiento de los camarones *Litopenaeus vannamei* alimento al 25% de proteína Vs. experimental 18% de proteína.
3. Calcular la Sobrevivencia, Rendimiento Productivo y Factor de Conversión alimenticia de los camarones *Litopenaeus vannamei* alimento al 25% de proteína Vs. experimental 18% de proteína.

### **III- HIPOTESIS**

H0: El crecimiento de los camarones juveniles alimentados con alimento comercial con 25% de proteína, es similar al alimento experimental con 18% de proteína.

H1: El crecimiento de los camarones juveniles alimentados con alimento comercial con 25% de proteína, es diferente al alimento experimental con 18% de proteína.

## VI- LITERATURA REVISADA

### 4.1 - Ciclo de vida de los camarones *Litopenaeus vannamei*.

El ciclo de vida del camarón puede ser dividido en dos fases: la marina y la estuarina. (Morales 1990). La reproducción del camarón comienza en aguas alejadas de la costa, cuando el macho deposita en la hembra un paquete de esperma que fertiliza los huevos a medida que son puestos, las hembras grávidas son reconocidas fácilmente por sus ovarios verdes, visibles a través del caparazón.

Luego los huevos maduran y pasan a través de una serie de estadios larvales: nauplio, zoea y mysis, posteriormente alcanzan el estadio de postlarva que asemeja a un camarón adulto. Luego las postlarvas se mueven en dirección a la costa hacia los estuarios de los ríos, donde se desarrollan rápidamente, pues encuentran una mayor disponibilidad de alimento, menor salinidad, mayores temperaturas y protección contra los depredadores. Después de sucesivas mudas las postlarvas se transforman en juveniles manteniéndose en los estuarios de los ríos durante un lapso de 3 a 4 meses, posteriormente empiezan a migrar al mar donde su crecimiento es más rápido.

Las hembras son sexualmente inmaduras cuando salen los estuarios, éstas no maduran hasta que llegan a los campos de apareamiento, los cuales se encuentran lejos de la costa a profundidades de 12 a 18 metros. Los machos por naturaleza maduran antes que las hembras, para que ocurra el apareamiento, la hembra debe de haber mudado y encontrarse en un estado característico, con el caparazón o el exoesqueleto duro. El desove tiene lugar en temperaturas cálidas. (Morales, 1990).

La habilidad para adaptarse a variaciones en el ambiente, está determinada por la genética de cada especie, la selección natural causa cambios evolutivos en las condiciones fisiológicas de una población. (Martínez y Ponce, 2008).

#### **4.2- Clasificación Taxonómica de la especie *Litopenaeus vannamei***

Phylum: Arthropoda.

Clase: Malacostraca.

Orden: Decapoda.

Sudorden: Dendobranchiata.

Superfamilia: Penaeoidea.

Familia: Penaeidae.

Género: *Litopenaeus*.

Especie: *vannamei*

(Pérez- Farfante y Kensly, 1997).

#### **4.3- Hábitat alimenticio de la especie en cultivo en sus diferentes estadios:**

##### **4.3.1- Postlarva:**

En esta etapa se desplaza hacia la franja litoral en busca de las lagunas costeras o esteros, que tienen gran importancia en su ciclo vital, ya al fin de este período, los individuos alcanzarán tamaños de 7 a 11 mm, aproximadamente 14 días después de postlarvas, tendido como ambiente natural las lagunas costeras y/o esteros se alimentación es de zooplancton y posteriormente alimentación omnívora. (Martínez y Herrera, 2009).

##### **4.3.2- Juveniles:**

La mayoría de las especies que se cultivan en el mundo, tienen hábitos alimenticios omnívoros, basando su alimentación en elementos de origen vegetal, animal, bacteriano o detritos. Los juveniles de camarones peneidos utilizan en su alimentación material vegetal, ya sea directamente, a través de las presas o en los detritos. Las algas epifitas son la principal fuente de carbón orgánico para algunas especies de camarón. Sin embargo existen marcadas diferencias respecto a la preferencia que cada especie tiene por algún tipo de alimento en particular. De las especies cultivadas en América,

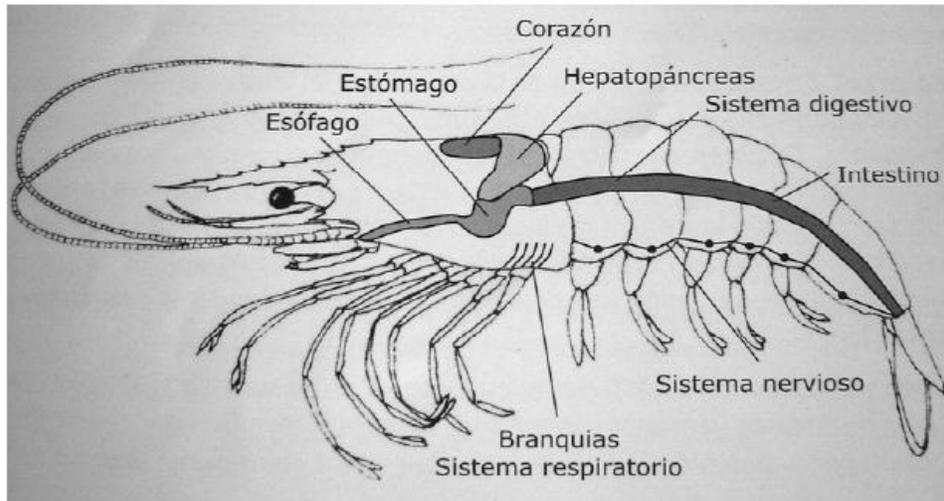
*Litopenaeus stylirostris* tiene mayor preferencia carnívora que *Litopenaeus vannamei* el cual consume sin problemas alimentos de origen vegetal o detritus. Estas preferencias tienen que ver con la composición del alimento suplementario que se le debe proporcionar a estas especies. Así, *L. stylirostris* no se desarrolla bien con dietas cuyo contenido proteico sea menor de 35%. En cambio *L. vannamei* puede crecer adecuadamente con alimentos comerciales de 25% de proteína con una relación proteína animal: vegetal de 1:1. (Lawrence y Houston, 1993) e inclusive menores cuando hay una buena productividad natural. (Martínez-Córdova, 2002).

#### **4.4- Sistema digestivo:**

Sistema digestivo: Comprende un esófago corto, estómago y un largo intestino que recorre todo el abdomen que termina en la base del telson y se abre al exterior en el ano. Anexo al estómago encontramos el hepatopáncreas, órgano de vital importancia en la digestión de alimentos y procesamiento de sustancias nutritivas. (Vega, 2006).

Recordemos algo sobre la biología del camarón marino, tal como el tiempo de evacuación del sistema digestivo, el cual dura aproximadamente 3 horas (incluso puede ser menos para camarones pequeños). En una primera ración el camarón consumirá lo suficiente hasta que su estómago esté lleno; después de 30 minutos a una hora, éstos podrán volver a comer por segunda vez, pero una menor cantidad, debido a que su apetito ha sido saciado la primera vez y su estómago aún conserva alimento en plena digestión. (Sánchez, 2004).

Figura N<sup>o</sup>. 1. Partes del sistema digestivo:



(Vega, 2006)

En esta clase se ubican una gran cantidad de especies con un sinnúmero de diferencias en lo referente a morfología, fisiología, hábitos alimenticios, nicho ecológico y aprovechamiento comercial, por lo tanto solo se hará referencia al orden decápoda, específicamente a los camarones, debido a que son los únicos organismos de este grupo con importancia en cultivos comerciales.

#### 4.4.1- Apéndices.

Para los camarones los apéndices ubicados en la parte cefálica, denominados mandíbulas, maxilas, rodean la boca y maceran los alimentos antes de que estos sean introducidos en el esófago el cual es corto, los tres primeros pares de apéndices torácicos están transformados en patas-maxilas o maxilipedos y también colaboran en la maceración y manipulación del alimento, el resto de apéndices torácicos tienen función locomotora.

En el caso de las antenas y las anténulas estas contribuyen en la ubicación y reconocimiento del alimento debido a la capacidad quimiorreceptora que poseen.

#### **4.4.2- Estómago e Intestino.**

Del esófago se pasa al estómago el cual está dividido en dos partes: la anterior denominada cardiaca o estomacal la cual reserva los alimentos ingeridos y la parte posterior o pilórica. La parte anterior de ambos estómagos poseen un espeso revestimiento quitinoso con elementos calcáreos, cerdas, espinas, filtros y repliegues que van a construir en la molienda del alimento.

El estómago está compuesto en su parte interna de una serie de elementos duros que semejan un aparato masticador y de un conjunto de repliegues y válvulas, además, existe cerca del píloro un conjunto de cerdas, espinas y tubérculos que semejan un filtro. Sobre la parte anterior dorsal del estómago se encuentra una glándula cuyas células tienen aspectos de células sanguíneas, considerándose en términos generales un órgano hematopoyético. (Guevara, 2003).

El alimento al entrar al tubo digestivo puede seguir diferentes rutas, dependiendo del tamaño de la partícula. Las partículas grandes se quedan en la bolsa cardiaca y son enviadas por el movimiento muscular del estómago a la parte dorsal de la bolsa donde son sometidas a una molienda, las partículas ya pequeñas pueden pasar a cada lado de la válvula por unas depresiones laterales o canales cardiacos inferiores las cuales son filtradas y pasan a la glándula del intestino medio o hepatopáncreas.

En el estómago es donde los alimentos ingeridos se convierten en un fluido e igualmente donde se producen la mayor parte de la digestión química. Los movimientos rítmicos del estómago se producen con la ayuda de la musculatura estriada y la presencia de un ganglio que inerva la parte anterior del tubo digestivo y controla la motilidad rítmica de los dentículos y de la región pilórica.

En cuanto al intestino, en los decápodos se divide en tres partes: intestino anterior, intestino medio e intestino posterior, el anterior y el posterior están recubiertos de quitina dicho, recubrimiento es cambiado en cada muda, el intestino medio no está recubierto de quitina y se conforma de parte intestinal y hepatopáncreas. (Guevara, 2003).

#### **4.4.3- Hepatopáncreas o glándula del intestino.**

La función principal de este es la producción de enzimas digestivas que envía al intestino medio para la degradación química del alimento, sin embargo, contribuye también como órgano reservorio y como órgano de absorción de los productos digestivos. Dicha glándula está conformada por un conjunto de túbulos ciegos, los cuales están conformados por células de absorción y acumulación, secretoras y fibrilares. (Guevara, 2003).

#### **4.5- Captación del alimento por el organismo (Ecofisiológicamente):**

Factores nutricionales. Al igual que en la fase de postlarva, los juveniles de camarón han demostrado tener requerimientos elevados de proteína dietética. Prueba de esto es que la gran mayoría de las especies cultivadas tienen requerimientos proteicos por arriba del 30%. Como consecuencia de este requerimiento se ha observado en general que los camarones tienen una elevada tasa de excreción de amonio. Intentando conocer las adaptaciones metabólicas de juveniles observaron que el consumo de oxígeno de esta especie se reduce sensiblemente cuando los animales son mantenidos en ayuno por 5 días. (Martínez, 2011).

Al mismo tiempo observaron un aumento de la excreción de amonio el cual provocó que la razón O:N disminuyera a valores cercanos a 4%. Estos resultados pusieron en evidencia el uso de las proteínas como fuente de energía metabólica de reserva. Más tarde reportaron para razones O:N entre 5.7 y 7.5 para camarones alimentados con dietas con niveles de proteína de entre 30 y 50% indicando también que el uso de las proteínas como fuente de energía metabólica en estas especies fue independiente del nivel de proteínas de la dieta. Estudiando los requerimientos de proteínas de los juveniles se reportaron que la razón O:N cambia en relación con las proteínas de la dieta con valores que indican uso de las proteínas como sustrato energético en los animales alimentados con 10, 40 y 50% de proteínas y valores que indican el uso de sustratos mezclados en animales alimentados con dietas con 20 y 30% de proteínas. Una relación directa entre tipo de sustrato utilizado y crecimiento fue reportada. Como

se puede apreciar cuando el sustrato metabólico utilizado es una mezcla de proteínas carbohidratos y lípidos (valores mayores de 7) los animales mostraron una mayor tasa de crecimiento que cuando el O:N tiene valores que indican prácticamente metabolismo de proteínas. (Martínez, 2011).

Aunque en las temperaturas estudiadas el uso de las proteínas como sustrato energético aumenta con la reducción de la salinidad, en 15°C los camarones tendieron a utilizar sustratos mezclados en comparación con los camarones mantenidos dentro del intervalo óptimo de temperatura de la especie. La degradación de amino ácido para compensar por la pérdida de iones en baja salinidad es uno de los mecanismos vinculados con el aprovechamiento de las proteínas para mantener la homeostasis en camarones. (Martínez, 2011).

Una observación común del comportamiento del camarón es que consume pelets por un período relativamente corto luego de ser introducido al estanque. La porción no consumida (rechazada) de la ración se descompone por hidratación y actividad biológica/microbiológica. En algunos casos, el rechazo puede exceder el 60% de lo ofrecido. Independientemente de la falta de alimento consumido, el camarón puede aún beneficiarse de este proceso. Por ejemplo, hasta el 75% del carbono del pelet es asimilado por organismos bénticos (ej., bacterias, diatomeas, poliquetos, nematodos, protozoarios copépodos, etc.) que pueden, proveer indirectamente carbono así como también otros nutrientes para el camarón. (Treece, 2000).

Factores nutricionales. Al igual que en la fase de postlarva, los juveniles de camarón han demostrado tener requerimientos elevados de proteína dietética. Prueba de esto es que la gran mayoría de las especies cultivadas tienen requerimientos proteicos por arriba del 30%. Como consecuencia de este requerimiento se ha observado en general que los camarones tienen una elevada tasa de excreción de amonio. Intentando conocer las adaptaciones metabólicas de juveniles observaron que el consumo de oxígeno de esta especie se reduce sensiblemente cuando los animales son mantenidos en ayuno por 5 días. (Martínez, 2011).

Al mismo tiempo observaron un aumento de la excreción de amonio el cual provocó que la razón O:N disminuyera a valores cercanos a 4. Estos resultados pusieron en

evidencia el uso de las proteínas como fuente de energía metabólica de reserva. Más tarde reportaron para razones O:N entre 5.7 y 7.5 para camarones alimentados con dietas con niveles de proteína de entre 30 y 50% indicando también que el uso de las proteínas como fuente de energía metabólica en estas especies fue independiente del nivel de proteínas de la dieta. Estudiando los requerimientos de proteínas de los juveniles se reportaron que la razón O:N cambia en relación con las proteínas de la dieta con valores que indican uso de las proteínas como sustrato energético en los animales alimentados con 10, 40 y 50% de proteínas y valores que indican el uso de sustratos mezclados en animales alimentados con dietas con 20 y 30% de proteínas. Una relación directa entre tipo de sustrato utilizado y crecimiento fue reportada. Como se puede apreciar cuando el sustrato metabólico utilizado es una mezcla de proteínas carbohidratos y lípidos (valores mayores de 7) los animales mostraron una mayor tasa de crecimiento que cuando el O:N tiene valores que indican prácticamente metabolismo de proteínas. (Martínez, 2011).

Aunque en las temperaturas estudiadas el uso de las proteínas como sustrato energético aumenta con la reducción de la salinidad, en 15°C los camarones tendieron a utilizar sustratos mezclados en comparación con los camarones mantenidos dentro del intervalo óptimo de temperatura de la especie. La degradación de amino ácido para compensar por la pérdida de iones en baja salinidad es uno de los mecanismos vinculados con el aprovechamiento de las proteínas para mantener la homeostasis en camarones. (Martínez, 2011).

#### **4.6- Sistemas de producción camaronero en Nicaragua.**

Las técnicas para el crecimiento se pueden sub-dividir en 5 grandes categorías: artesanal, extensivo, semi-intensivo, intensivo y hiper-intensivas, que representan respectivamente, densidades de siembra baja, media, alta y extremadamente alta.

##### **4.6.1- Artesanal**

Bajo esta modalidad prevalece el sistema de encierro, que varía desde unas cuantas hasta cientos de hectáreas. No se siembra postlarvas sino solamente se permite la entrada de ellas mediante las mareas, los recambios se hacen cuando las mareas son

grandes y permite la entrada del agua, no se utiliza alimentación suplementario sino que se aprovecha el alimento proporcionado por las condiciones naturales. En algunos casos se puede practicar una fertilización generalmente con productos naturales. Cuando se obtienen lavas generalmente las densidades son bajas de 2.5 camarones por metro cuadrado, los muros de estos estanques son hechos a pala. Este sistema representó el 13.5% del área en producción en Nicaragua en el año 2000, correspondiendo casi exclusivamente a las cooperativas ya que solamente el 2% de las personas naturales y sociedad anónima trabajaban bajo este sistema. (Guerreo, 2010).

#### **4.6.2- Extensivo**

Los estanques son mejor construidos, generalmente de 20has o más. Se usa equipos de bombas para mantener los niveles de agua y reponer las pérdidas por evaporación o filtración, manteniendo así las condiciones mínimas de salinidad, oxígeno, etc. Su rendimiento depende de la productividad natural del agua que se mantiene con el uso de fertilizantes inorgánicos. Las postlarvas se obtienen del medio silvestre y se siembra directamente en los estanques de engorde, a una densidad de 6 a 8 camarones por metro cuadrado. El periodo de cultivo es de unos 120 días.

Este sistema representa el 42% del área de producción de Nicaragua en el año 2000, el 49.8% de las áreas de las cooperativas trabajaban bajo este sistema, y el 38% de las sociedades anónimas y personas naturales. (Guerreo, 2010).

#### **4.6.3-Semi-intensivo**

Consta de estanques perfectamente diseñados y separados por bordas o muros. Dichos estanques poseen sistema de entrada y salidas del agua mediante estructuras denominadas compuertas, que son generalmente de concreto y manejadas mediante bastidores, mallas y tablas para determinar la altura de los niveles de agua. El diseño general consta de canal de llamada, que es el canal que se construye para abastecer de agua a la granja, la estación de bombeo es el sitio donde se bombea el agua para los estanques; el canal o reservorio que permite distribuir y almacenar determinada cantidad de agua para los estanques y se realizan recambios de agua del 10 o 15%; los estanques de engorde y el drenaje que lleva el agua de regreso al

sistema natural. Se proporciona alimento adicional, generalmente peletizados o bien alimento natural. La fertilización es frecuente siendo la más común la realizada con nutrientes inorgánicos (nitrógeno, fósforo y potasio). (Guerreo, 2010).

La fuente de postlarvas debe ser de laboratorio. Algunos sistemas utilizan los estanques denominados (precias) para incrementar la sobrevivencia, estos son de menor tamaño que los de engorde y sirven para mantener la larva hasta los 22 días después de su siembra para luego pasarla a los estanques de engorde, esto con el objetivo de sacarlas del sistema precias que se encuentran en siembra de 400 camarones por metro cuadrados, pasarlas a estanques de engorde con una densidad mucho más baja de 10, 15, 20 camarones por metro cuadrado. Los rendimientos de la producción en estanques semi intensivos varían entre 500 y 2000 kg/ha/cosecha, con dos cosechas por año, el ritmo de crecimiento en este sistema de producción juveniles tempranos se espera que los camarones crezcan de 0.5 a 0.7 gramos de peso cada 5 días. (Martínez, 2012).

#### **4.6.4-Intensivo**

Están poco desarrollados en nuestro país; sin embargo, recientemente están demostrando ser, tal vez el mejor sistema en cuanto a rendimiento y rentabilidad. Están conformados por pequeños estanques alrededor de 1 a 2 has. Un aspecto importante es la aireación que se suministra mediante hélices y otros aparatos que trabajan utilizando diversas fuentes de energía, entre ellas la electricidad, el viento, diesel etc. Las postlarvas son provenientes de laboratorio, este sistema presenta altos costos ya que incurren en aparatos con tecnología, la densidad de siembra es alta de 20 a 40 camarones por metro cuadrados y presenta altos recambios de agua de hasta el 25 o 30%. (Guerreo, 2010).

#### **4.6.5- Híper-intensivo**

Consiste en tanques pequeños de 1.5 a 12 metros de diámetro y un metro de profundidad, en donde se tienen altos recambios de agua de hasta 25 a 30%, así como altas densidades de organismos de 40 camarones por metro cuadrados o mayor. Se utiliza alimento de muy buena calidad y existe buen control de las condiciones

ambientales. La rentabilidad ha sido muy cuestionada, puesto que a pesar del tiempo que tienen trabajando, todavía no sea establecida una granja que sea rentable. (Guerreo, 2010).

#### **4.7- Calidad de Agua:**

Calidad de Agua en acuicultura puede definirse como la conveniencia del agua para el desarrollo de un cultivo acuícola. La calidad del agua incluye todos los parámetros físicos, químicos y biológicos que caracterizan un cuerpo de agua. Todas las especies cultivables requieren de normas de calidad de agua para asegurar su supervivencia, crecimiento o maduración sexual.

Esta calidad, estará fuertemente influenciada por las prácticas del manejo realizado en los estanques; donde se incluye, por ejemplo, la densidad de siembra, las estrategias adoptadas para su fertilización, la alimentación suplementaria ofrecida, la toma de datos sobre las variables físicas y químicas, etc. O sea, que los cultivos pueden manipularse, así como las variables ambientales y químicas, en función de la producción a obtener; impidiendo su limitación por medio de procesos físicos o químicos como la aireación, el encalado o el recambio de agua. Es decir, que la manipulación en el manejo, es la mejor herramienta en una producción semi-intensiva en camarones y peces y significa una importante limitante de no efectuarse correctamente. (Martínez y Herrera, 2012).

En la definición de un perfil de calidad de agua para el desarrollo del cultivo, los parámetros críticos y los intervalos de valores de dichos parámetros puede variar de acuerdo con los diferentes estados de desarrollo de las especies (larva, juvenil, maduración, desove, etc). (Martínez y Herrera, 2012).

#### **4.8- Factores físico-químicos.**

##### **4.8.1- 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.

Es uno de los parámetros más importantes, se cuantifica dos veces al día, en la mañana y al atardecer. En los estanques este elemento proviene del agua de recambio, la fotosíntesis y en menor grado del que se disuelve en la superficie del estanque proveniente de la atmósfera. Las menores concentraciones de oxígeno se observan durante la madrugada y las mayores a última hora del día. Se consideran rangos normales de concentración entre 3.2 y 7 mg/L. (Martínez y Herrera, 2009). Se debe evitar no solo una baja concentración, sino valores superiores a 7 mg/L, sin embargo esto indicaría una excesiva concentración de fitoplancton que puede producir una depleción notable de oxígeno durante la noche.

Se debe puntualizar que en los estanques el oxígeno tiende a estratificarse, es decir, hay generalmente una mayor concentración en las capas superiores del agua, que en el fondo; dado que los camarones viven allí, es necesario realizar una homogenización de la columna de agua para tener una correcta aireación según. (Martínez y Herrera, 2009).

#### **4.8.2- Temperatura**

La temperatura tiene un efecto muy grande sobre los procesos químicos y biológicos. En general, cuando la temperatura sube a 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 el 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 fría. El camarón es un animal poiquilotermo y la temperatura influye de modo directo sobre sus necesidades metabólicas. La temperatura óptima del agua debe de ser superior a los 25 °C y mayor a los 33 °C. La temperatura influye en la cantidad de oxígeno disuelto. (Martínez y Zapata 1997). Los rangos normales de temperatura son de 27 °C y 31°C. Torres (1991). La temperatura óptima de cultivo debe fluctuar entre 27

y 31° C. Por debajo de este rango el crecimiento es lento y arriba de 31° C el animal pierde peso por alto metabolismo necesitando consumir más alimento balanceado. (Martínez y Herrera, 2009).

La temperatura del agua afecta el desarrollo y crecimiento del camarón; aumentando el metabolismo al aumentar la temperatura del agua e influenciar sobre una serie de procesos biológicos. Cada especie de camarón tiene una capacidad para existir un rango específico de temperatura óptima para su crecimiento y reproducción. Si la temperatura cae por debajo de los 25 °C de temperatura o sube por encima de 30 °C, la temperatura es estresante para el camarón, afectando el consumo del alimento en 30% a 50% ya sea disminuyendo o aumentando, respectivamente; y en estas circunstancias tampoco es aprovechado el alimento eficientemente en el crecimiento, en peso (para convertirlo en músculo) y afectando el factor de conversión. La temperatura es un parámetro importante que influye directamente en los organismos acuáticos afectando en la respiración, crecimiento y la producción. (Santamaría y García, 1991).

#### **4.8.3- Salinidad**

La salinidad es la cantidad total de materia sólida disuelta en un Kg. de Agua de mar, cuando todo el carbonato se ha convertido en óxido, todo el bromo y yodo en cloro, y la materia orgánica está completamente oxidada. Esta cantidad de materia sólida es expresada en Gramos. La salinidad se mide en Gramos/Kg de agua ‰S. En los estuarios y lagunas costeras la salinidad fluctúa ampliamente en función de las oscilaciones de las mareas y de los aportes de agua dulce, variable al caudal de los ríos. La salinidad del Agua de mar es de 35 ‰S sin embargo, la salinidad encontrada en los estanques de cría puede variar mucho, sea subir con la evaporación o bajar con la lluvia. Los intervalos de tolerancia de la salinidad para los camarones es muy amplia y pueden sobrevivir de 0 ‰S hasta 50 ‰S, los organismos que soportan amplias fluctuaciones de salinidad se conocen como eurihalinos, sin embargo, el intervalo de crecimiento óptimo es de un promedio de 15 a 25 ‰S. Por otro lado, si el camarón puede vivir en agua con salinidades muy diferentes, él no puede soportar un cambio muy brusco de salinidad dentro del rango de 0 a 70 ‰S. 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. (Martínez y Herrera, 2009).

#### **4.8.4- pH**

Se define como el logaritmo negativo de la concentración de iones de hidrógeno (H<sup>+</sup>):  $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$ . El pH indica cuán ácida o básica es el agua. De una manera más práctica, el agua con un pH de 7 no se considera ni ácida ni básica sino neutra. Cuando el pH es inferior a 7 el agua es ácida, y cuando el pH es superior a 7 el agua es básica. La escala de pH es de 0 a 14, mientras más lejano sea el pH de 7 el agua es más ácida o más básica.

Los estanques de agua salobre generalmente tienen un pH de 7 u 8 por la mañana, pero en la tarde generalmente suben a 8 ó 9. La fluctuación diaria del pH en los estanques resulta de los cambios en la fotosíntesis del fitoplancton y otras plantas acuáticas. El dióxido de carbono es ácido tal como se muestra en la siguiente ecuación:  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HCO}_3^- + \text{H}^+$  Si la concentración de dióxido de carbono crece, la de iones de hidrógeno aumenta y el pH disminuye y, al contrario, si disminuye la concentración de dióxido de carbono, la de iones de hidrógeno cae y el pH aumenta. Durante el día el fitoplancton consume dióxido de carbono y el pH del agua aumenta. Por la noche, el fitoplancton no utiliza el dióxido de carbono, pero todos los organismos del estanque sueltan dióxido de carbono durante la respiración y a medida que se acumula el dióxido de carbono el pH baja. (Martínez y Herrera, 2012).

Tabla N<sup>o</sup> 1. Niveles óptimos para los factores físicos químicos del agua:

<b>Parámetro</b>	<b>Intervalos ideales</b>
Temperatura °C	23 – 30
Oxígeno disuelto	6.0 – 8.0
Salinidad ppm	15 – 27
Ph	7.5 – 8.5

(Martínez y Herrera, 2009).

#### **4.9- Parámetros poblacionales.**

##### **4.9.1- Crecimiento y Desarrollo**

El crecimiento y desarrollo de los organismos son procesos fisiológicos de enorme trascendencia práctica, ya que todo tipo de producción animal depende de ellos y su eficiencia determina gran parte del proceso productivo. Una alta velocidad de crecimiento está asociada no solamente al logro de un peso a una edad temprana, sino también a la aptitud para la reproducción precoz (lo que determina un incremento de la eficiencia productiva). Tanto crecimiento como desarrollo son resultantes de una serie de cambios anatómicos y fisiológicos complejos que ocurren en el organismo animal, y a través de los cuales se opera la transformación de una única célula en un animal adulto típico de la especie.

Este proceso de transformación incluye una multiplicación de las células (hiperplasia), diferenciación, aumento del tamaño (hipertrofia) y formación de órganos y tejidos. (Martínez, 2012).

Aunque algunos autores confunden ambos términos y los tratan como sinónimos, el crecimiento y el desarrollo son fenómenos separados, si bien se puede plantear alguna dificultad al definirlos. Crecimiento es el aumento de peso experimentado por los animales desde el nacimiento hasta su estabilización en la edad proporciones, conformación, composición química corporal y funciones fisiológicas del animal a

medida que avanza la edad. Aunque ambos fenómenos pueden producirse simultáneamente, es posible que un individuo se desarrolle (aumente su largo y alto) sin experimentar alteraciones en su peso (crecimiento) o un individuo adulto (que ha terminado su desarrollo) aumente su peso por engorde (crecimiento). (Martínez, 2012).

#### **4.9.2- Crecimiento en peso acumulado**

El crecimiento de un individuo es determinado por los balances de masa y energía. La adquisición y digestión de la energía contenida en el alimento es la base para la construcción de los bloques que permiten la construcción de tejido corporal. El alimento es uno de los principales limitantes del crecimiento, por esa razón los acuicultores están siempre en búsqueda de nuevas y mejores alimentos que reduzcan los costos y mejoren el crecimiento. (Martínez, 2011).

En sistemas de producción semi intensivo los camarones tienden a crecer de manera diferenciada, en postlarvas pueden crecer hasta 2 gramos en 4 semanas, mientras que en Juveniles tempranos, que son los estudiados en este trabajo, se espera que crezcan al menos 3 gramos en 4 semanas. Luego se espera que el crecimiento sea superior a 1 gramo por semana. (Martínez, 2012).

Existen algunos trabajos relacionados al crecimiento de *L. vannamei* de acuerdo a la densidad de siembra o el medio en el cual se esté cultivando. Sandifer et al (1988), reporta que no existen diferencias en el crecimiento de *L. vannamei* cultivado a densidades de 12, 20, 40, 60 y 100 post-larvas/m<sup>2</sup>, siempre y cuando se mantengan las condiciones de aireación y recambio de agua y su relación con la densidad. (Martínez et al, 1995).

#### **4.9.3- Ritmo de crecimiento**

Es el crecimiento en peso de los organismos en un período de tiempo determinado por ejemplo una semana. (Martínez, 2009).

Los camarones crecen de acuerdo a la edad que tengan, en las primeras edades a pesar de crecer más del 100% en un día, el peso no se observa escandaloso porque son valores muy pequeños, sin embargo, en postlarvas y juveniles tempranos se espera

que los camarones crezcan de 0.5 a 0.7 gramos de peso cada 5 días. En camarones pre adultos el crecimiento puede ser igual o mayor que 1 gr. (Martínez, 2012).

Ritmo de crecimiento se calcula; el peso promedio de esta semana por ejemplo: (17.69gr), se resta el peso promedio de la semana anterior (15.15gr), es decir  $17.69 - 15.15 = 2.54\text{gr}$ . Este último valor fue el peso en gramos de ganancia en una semana. Para esto se utiliza una balanza gramera.

#### **4.9.4- Tasa de crecimiento.**

La tasa de crecimiento de postlarvas son altas comparadas con camarones que tienen más de 25 semanas en crecimiento, es decir que la curva de tasa de crecimiento baja con el tiempo. Esto es demostrado en términos sencillos diciendo que la velocidad con que crecen las postlarvas son mayores que las que crecen los juveniles y estos a su vez son mayores a las que crecen los pre- adultos. (Martínez, 2012).

La tasa de crecimiento de un animal se puede decir que es la diferencia que existe entre las tasas de catabolismo y el metabolismo. De ésta manera el crecimiento es el resultado neto de la acumulación y de la materia celular.

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 de forma periódica; se recomienda hacerlo semanalmente; se utiliza una maya con red 4/16 o  $\frac{1}{4}$ , todo dependerá de la edad del camarón, esta actividad se realiza en la edad de postlarvas o pequeño juvenil hasta alcanzar 1.5gr, después se utiliza atarraya para el muestreo. La cantidad de camarones recomendadas para el muestreo de crecimiento es de 25 a 50 camarones por estanque. (Martínez y Lin, 1994).

La tasa de crecimiento depende de:

- La habilidad inherente de los camarones para crecer.
- La calidad del agua.
- La densidad de siembra y las especies en cultivo.
- La cantidad y calidad del alimento.

- La edad de los camarones.
- La salud de los camarones. (Martínez y Lin, 1994).

Los muestreos de crecimiento permitirán conocer el comportamiento de los juveniles de camarones, en cuanto a su desarrollo, y su respuesta a la relación alimenticia. En *Litopenaeus vannamei* se consideran que tasas de crecimiento de 1.5-2.0 gr/semana, son bastante excepcionales; pero no difíciles de alcanzar. Esta tasa se logra en los primeros 30 a 60 días del cultivo.

Luego de ese periodo, se logran tasas de crecimiento de 1.0 a 1.2 gr/semana (que son bastante buenos) hasta llegar a la talla de cosecha. Cuando se tienen valores de 0.5 gr/semana como está sucediendo actualmente, se considera que la tasa de crecimiento es pobre o mala. (Martínez, 2012).

La curva de tasa de crecimiento baja con el tiempo. Esto es demostrado en términos sencillos diciendo que la velocidad con que crecen las postlarvas son mayores que las que crecen los juveniles y estos a su vez son mayores a las que crecen los pre-adultos. (Martínez, 2012).

#### **4.9.5- Supervivencia**

Es un factor muy importante para determinar si el cultivo fue exitoso o no, dicho factor es resultado de la buena u optima relación entre los distintos parámetros y factores que intervienen en los cultivos totales como: parámetros físicos- químicos, calidad de agua, densidad de siembra y manejo de cultivo. (Martínez y Herrera, 2009).

Se espera que la supervivencia de los camarones en un sistema semi intensivo sea de 80%. (Martinez y Herrera, 2009).

Con los datos que se obtendrán del muestreo de población se obtiene el tamaño de la población a esa semana, luego a ese valor se le saca el porcentaje asumiendo que la población inicial al 100% de supervivencia corresponde a los individuos sembrados. Lo cual sería una vez terminado el muestreo de población se saca el porcentaje de supervivencia por la regla de tres dividiendo la cantidad de organismos sembrados

entre 100 y multiplicándolos por la cantidad de esa semana y luego los datos se anotaran en el formato correspondiente.

#### **4.9.6- Rendimiento productivo**

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

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

Los datos reportados en un estudio realizado, se cosecharon un promedio de 8.8 libras para estanque con densidad de siembra de 30 ind/m<sup>2</sup> esto es equivalente a una cosecha de 3,520 libras de camarón entero por hectárea. Se obtuvieron 6.4 Lbs para estanques con densidad de siembra de 15 ind/m<sup>2</sup>, equivalentes a 2560 Lbs de camarón entero por hectárea. (Martínez, 2009)

#### **4.9.7- Factor de conversión alimenticia**

Se calcula a partir de dividir el total de alimento acumulado semanal entre la biomasa semanal, es decir se trata de ver cuánto alimento suministrado se convertirá en biomasa de camarones.

EL F.C.A. varía durante el ciclo de producción y entre las poblaciones, pero es una guía muy buena y debería ser entre 0.6-1.0 en camarones de hasta 10 gramos de peso y entre 1.0 y 1.3 para tallas mayores. Idealmente la F.C.A. no debe ser mayor de 1.5. En años pasados, alimentando al boleo y con densidades de siembra de 5-10 ind/m<sup>2</sup> se obtenían valores de conversión de 2.5-3.0, donde gran parte del alimento no consumido era mal utilizado como fertilizante. Actualmente, en nuestro medio con el uso de comederos, estos valores pueden llegar a ser menores (1.1-1.3) inclusive con densidades de 40 ind/m<sup>2</sup>. (Talavera et al, 1997).

#### **4.10- Requerimientos nutricionales para camarones juveniles:**

Los porcentajes de proteína recomendados para diferentes especies de camarones varían entre 20 y 60% de acuerdo a la especie. Para las especies *Penneidus vannamei* y *Penneidus stylirostris*, generalmente se recomiendan valores entre 25 y 35%, con porcentajes más altos para la segunda especie. Los niveles de lípidos recomendados van desde 6,0 a 7,5 %, y ácidos grasos entre 0,3-0,4%. Los niveles de suplementación de vitaminas varían desde 40 mg/kg hasta 1.000 mg/kg, dependiendo de la vitamina. (Sotelo, 2003).

Quizás el ingrediente que más atención recibe en el caso de alimentos balanceados en la industria camaronera es el porcentaje de proteína. Para producciones de unos 600 kg/ha, se recomiendan alimentos de “baja calidad” con un 20-22% de proteína cruda. Alimentos de “mediana calidad” para producciones de entre 800 y 1.000 kg/ha contienen un 25% de proteína, y para producciones de 1.000 a 1.200 kg/ha se deben usar alimentos de 35% proteína. Para producciones mayores de 1.200 kg/ha, se requieren dietas completas que suministren todos los macro y micro nutrientes que el animal necesita para su crecimiento y supervivencia adecuados. Los requerimientos proteínicos en la dieta, normalmente se expresan como un porcentaje fijo o como una proporción proteína a energía. (Sotelo, 2003).

##### **4.10.1- Proteínas**

Las proteínas son compuestos coloidales por naturaleza, con diferente grado de solubilidad en el agua, pasando desde la queratina que es insoluble, hasta las albúminas que son altamente solubles. Todas las proteínas pueden ser “desnaturalizadas” por el calor, ácidos fuertes, álcali, alcohol, acetona, urea y por sales de metales pesados. Cuando las proteínas son desnaturalizadas pierden su estructura única, y consecuentemente poseen diferentes propiedades químicas, físicas y biológicas (p. ej. inactivación de enzimas por el calor). (Sotelo, 2003).

#### **4.10.2- Aminoácidos**

Para propósitos nutricionales, los aminoácidos se pueden dividir en dos grupos; los aminoácidos esenciales (AAE), y los no esenciales (AANE). Los AAE son aquellos que no pueden ser sintetizados dentro del cuerpo animal, o bien no lo son a una velocidad adecuada que permita cubrir las necesidades fisiológicas del animal en crecimiento, y por lo tanto deben ser suministrados en la dieta, en una forma ya elaborada. Los AANE, son aquellos aminoácidos que pueden ser sintetizados en el cuerpo, a partir de una fuente de carbono adecuada y de los grupos aminos provenientes de otros aminoácidos o de compuestos simples, como el citrato de amonio, y consecuentemente no tienen que ser suministrados ya elaborados en la dieta. (Sotelo, 2003).

#### **4.10.3- Lípidos**

Los lípidos de la dieta altamente concentrados y digestibles, son fuente importante de energía y ácidos grasos esenciales, que permiten un buen crecimiento y supervivencia. Igualmente, sirven como vehículo o transporte de vitaminas liposolubles y provee de otros compuestos como esteroides y fosfolípidos que son esenciales para el normal crecimiento y funcionamiento de los camarones. Los lípidos son la forma predominante de reserva orgánica de muchos crustáceos, los cuales son almacenados en forma de mono glicéridos.

Los niveles recomendados de lípidos para alimentos comerciales de camarón se encuentran en un rango de 6,0% a 7,5% no excediendo el 10%, niveles superiores al 10% se han relacionado con un detrimento en el crecimiento y un incremento en la mortalidad. (Guevara, 2003).

#### **4.10.4- Minerales**

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. (Guevara, 2003).

#### **4.10.5- Vitaminas**

Las vitaminas son un grupo heterogéneo de compuestos orgánicos esenciales para el crecimiento y mantenimiento de la vida animal. La mayoría de las vitaminas no son sintetizadas por el cuerpo de los animales, o bien, si lo son, es a una 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 éstas 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. Aproximadamente se han aislado 15 vitaminas a partir de materiales biológicos, su condición de esencial depende de la especie animal, la tasa de crecimiento del mismo, la composición del alimento y la capacidad de síntesis de la población bacteriana localizada en el tracto gastrointestinal del animal. En general, todos los animales muestran distintos signos morfológicos y fisiológicos por deficiencia, cuando alguna vitamina está ausente en la dieta. (Sotelo, 2003).

#### **4.11- Nutrición y alimentación.**

Los alimentos son fuentes de nutrientes para camarones pero también la mayor fuente de desperdicios. Los factores que mayormente influyen en la carga de desperdicios hacia el sistema de cultivo y que están ligados a la calidad del alimento son: formulación de la dieta, tecnología de producción de balanceados y las prácticas de alimentación. La optimización de la calidad de los alimentos para el cultivo del camarón es importante por razones biológicas, medioambientales, sanitarias y económicas. (Velasco, 1996), reportó que la acumulación de compuestos de nitrógeno disueltos en el agua aumenta significativamente con el nivel de proteína dietética.

El impacto del alimento en la tasa de crecimiento y la conversión del alimento dependerá de los ingredientes usados y de su calidad. La digestibilidad de la proteína ha sido frecuentemente usada como un indicador de la digestibilidad en general, por ser la proteína el principal nutriente requerido para el crecimiento. Cuando hay carencia de

fuentes de energía no proteicas tales como lípidos o carbohidratos, la proteína dietética puede ser fácilmente desaminada y oxidada para ser utilizada como fuente de energía, más que para el crecimiento. Por otro lado, el exceso de energía es considerado como uno de los factores que influyen en la reducción de la tasa de ingestión y por consiguiente en el total de proteína ingerida. (Sedgwick, 1979). Varios estudios han demostrado que un buen balance proteína/energía podría minimizar el uso de proteína y reducir la cantidad de amonio excretada por camarón.

#### **4.11.1- Importancia del alimento**

El cultivo del camarón depende de alimentos formulados que puedan ser manufacturados y almacenados a escala industrial. Los alimentos para cada especie y para cada etapa de crecimiento deberían de ser optimizados respecto a su contenido de nutrientes, quimio atracción, forma, tamaño, textura, digestibilidad y estructura física. Esta última característica es particularmente importante en el cultivo de crustáceos ya que estos animales se alimentan de manera continua bajo el agua y por ello necesitan de pellet hundibles con alta estabilidad en el agua. (Guevara, 2003).

#### **4.12- Formulación de alimento.**

El objetivo de la formulación y elaboración de raciones balanceadas, es calcular a partir de una serie de materias primas o insumos alimenticios, una combinación o mezcla que cubra los requerimientos nutricionales de la especie a la cual va dirigido dicho alimento y al más bajo costo, con la finalidad que la crianza a realizar sea más rentable. (Guevara, 2003).

Para la formulación se utilizara la técnica de cuadro de Pearson y se calculara en el programa de Excel 2010.

El cuadro de Pearson:

Es uno de los métodos sencillos, realizando el balance en base a uno de los nutrientes, además utiliza relativamente pocos insumos o ingredientes.

Este método toma en cuenta los requerimientos totales de los nutrientes y el balance es en base a un nutriente, ya sea proteína, grasas, calcio, fósforo, etc. Pero generalmente

el más empleado es en base al ajuste de la proteína. Es la mayoría de dietas para animales, la proteína es el nutriente más preocupante, debido a su rol en la generación de crecimiento y formación de tejidos y a su costo. El nivel de energía deseado en la dieta es ajustado por la adición de suplementos altamente energéticos los cuales son menos costosos. (Guevara, 2003).

El cuadro de Pearson tiene 2 modalidades o formas:

- Pearson simple: el cual usa 2 ingredientes.
- Pearson modificado: el cual usa más de 2 ingredientes.

#### **4.13- Elaboración del alimento comercial al 25% de proteína hasta llevado a pellet:**

##### **4.13.1- Molienda**

Se refiere a la reducción del tamaño de los insumos, tales como granos de cereales, pescado, levadura seca, etc. Los cuales tienen tamaños y densidades distintas. Con la molienda se logra:

- 1- Obtención de una mezcla homogenizada de tal manera que en la ración diaria se encuentren presentes todos los componentes y en la proporción adecuada.
- 2- Facilita la destrucción de factores anti nutricionales termolábiles.
- 3- Aumenta la superficie específica, mejorando de esta manera la digestibilidad de los nutrientes.
- 4- El alimento compuesto molido adecuadamente mejora el proceso de peletización, se prolonga la vida de los dados, facilita la penetración del vapor dentro de las partículas.
- 5- Mejora las propiedades de la mezcla de cada una de los ingredientes. (Guevara, 2003).

##### **4.13.2- Mezcla**

Se refiere a la incorporación y mezcla homogenizada de todos los insumos que constituyen la fórmula, con un peso definido en una distribución homogénea. Con este paso se espera que todos los principios nutritivos.

En el proceso de mezclado intervienen varios factores:

- 1- Forma de las partículas: las formas esféricas y lisas tienen menor asociación que las partículas angulosas.
- 2- Tamaño y densidad: las harinas con tamaños y densidades semejantes son más fáciles de mezclar.
- 3- Proporción y tiempo: los ingredientes como las vitaminas, minerales, antioxidante, aglutinantes, ect. Necesitan mayor tiempo de mezclado para que su distribución sea homogénea en toda la mezcla. Se recomienda para asegurar una distribución uniforme.
- 4- Introducción de ingredientes líquidos: la introducción de aceites de bacalao y vegetal, Etc.

Hay distintas formas de realizar el proceso del mezclado pueden ser: mezcladoras verticales y horizontales, siendo más eficientes las últimas. Las mezcladoras constan de un cilindro atravesado por un eje con paletas dispuestas en forma helicoidal, pudiendo variar el diseño. (Guevara, 2003).

#### **4.13.3- Aglomeración o peletización**

Consiste en la transformación de la mezcla homogénea en gránulos o pastillas (pelets) mediante un proceso de compresión, calentamiento y adhesión. La mezcla pasa continuamente por una cámara de acondicionamiento en donde se adiciona un 4 a 6 % de agua (usualmente como vapor), proporcionando una lubricación adecuada para la compresión y en presencia de calor se causa la gelatinización del almidón contenido en los ingredientes vegetales, dando como resultado la adhesión necesaria para la formación de los gránulos o pelets.

El proceso mecánico es realizado en una peletizadora, donde la mezcla acondicionada con vapor de agua se hace pasar a través de los agujeros de una matriz anular, el material sale en forma de fideo el cual es cortado con unas cuchillas obteniéndose gránulos con diámetros 2-10mm, con una longitud de 2 a 3 veces el diámetro.

En general la peletización consta de 4 secciones:

- 1- Alimentación: presenta un sistema de tornillo sin fin.
- 2- Acondicionamiento: en donde se inyecta vapor de agua a una presión de 2 a 3kg/cm<sup>2</sup>, una temperatura de 120 °C y humedad determinada, con lo que la harina se calienta de 50 a 90 °C aumentando la humedad hasta un 16%.
- 3- Compactación: la masa que comprime aumentando su densidad de 0,5 a 0,7g/cc además se aumenta la temperatura en 5 a 10 °C por frotamiento. Las masas ricas en proteínas compactan bien, mientras en las que contienen fibra ocurre lo contrario.

Corte: el material compactado sale en forma de fideos el cual es cortado por cuchillas. (Guevara, 2003).

#### **4.13.4- Enfriado y secado**

Al finalizar el proceso de peletización, los gránulos salen calientes y húmedos teniéndose que realizar un proceso de enfriamiento y remoción del exceso de humedad para poder manipularlos y almacenar en buenas condiciones. Este proceso se realiza por medio de una corriente de aire. Comercialmente este proceso es realizado en secadores, enfriadores de tipo horizontal o vertical, los cuales cuentan con una cámara en donde circula el aire a temperatura ambiente. (Guevara, 2003).

#### **4.13.5- Composición química de los ingredientes a utilizar para la elaboración del Alimento Experimental:**

##### **4.13.6- Harina de pescado**

La carne de pescado se caracteriza por su poco contenido de grasas y sodio, así como un alto índice de vitaminas liposolubles: A, D, y E, y las B6 y B12. Los pescados de mar contienen por lo general hasta 0,4mg más de yodo por cada 100gr y proteínas en cantidades similares a las carnes rojas; especialmente los denominados pescados azules, más grasos y menos digeribles que los blancos, pero más gustosos.

Composición química:

De un 15 a un 22 % de proteínas, de un 1 a un 25 % de grasas, de un 0,1 a 1 % de sales minerales –fósforo, sodio, calcio, yodo y vitaminas: A, B, D, y E. (Guevara, 2003).

#### **4.13.7- Harina de soya**

La semilla de esta leguminosa está compuesta de cutícula, hipocotilo y dos cotiledones. Se considera como oleaginosa debido a que tiene un alto contenido de grasa (20%), además contiene también proteínas (40%), hidratos de carbono (25%), agua (10%) y cenizas (5%).

El grano de la soya es una composición inigualable en cuanto al contenido de proteínas, aceites, carbohidratos, vitaminas y minerales, así como la versatilidad que tienen en el procesamiento doméstico, permitiendo mejorar la dieta en cuanto a la variedad de alimentos que permiten elevar los niveles de nutrición en la población. (Guevara, 2003).

#### **4.13.8- Harina de sorgo**

El contenido de proteína del sorgo está comprendido entre 5 y 19,3 %, con una media de 10,7 % dependiendo del cultivar utilizado y factores de suelo y clima. El contenido de proteína del endosperma está más influenciado por la eficiencia en la absorción de Nitrógeno (N) y su traslocación a la semilla, que por la cantidad y forma de N aplicado al suelo. El N conduce más a menudo a un alto rendimiento de grano, que a un contenido más elevado de proteína en el grano. El N foliarmente aplicado, resulta en un mayor contenido de proteína del grano, que el N aplicado al suelo. Las proteínas del sorgo son en general altas en los aminoácidos, leucina, ácido glutámico, alanina, prolina y ácido aspártico, siendo lisina, metionina y triptófano los más limitantes.

Proteína % 7,0 - 14,0 , Lípidos % 2,4 - 6,5, Carbohidratos % 70,0 - 90,0, Fibra % 1,2 - 3,5, Ca (mg 100 - 1) 11,0 - 58,6, P 167,0 -751,0, Fe 0,9 - 20,0, Tiamina 0,2 - 0,5, Niacina 2,9 - 6,4, Riboflavina 0,1 - 0,2. (Guevara, 2003).

#### 4.13.9- Harina de maíz

Como se muestra en el Cuadro, las partes principales del grano de maíz difieren considerablemente en su composición química. La cubierta seminal o pericarpio se caracteriza por un elevado contenido de fibra cruda, aproximadamente el 87 por ciento, la que a su vez está formada fundamentalmente por hemicelulosa (67 por ciento), celulosa (23 por ciento) y lignina (0,1 por ciento). El endospermo, en cambio, contiene un nivel elevado de almidón (87 por ciento), aproximadamente 8 por ciento de proteínas y un contenido de grasas crudas relativamente bajo.

Tabla N<sup>o</sup> 2: Composición química proximal de las partes principales de los granos de maíz (%).

Componentes químicos	Pericarpio	Endospermo	Germen
Proteínas	3,7	8,0	18,4
Extracto etéreo	1,0	0,8	33,2
Fibra cruda	86,7	2,7	8,8
Cenizas	0,8	0,3	10,5
Almidón	7,3	87,6	8,3
Azúcar	0,34	0,62	10,8

(Guevara, 2003).

#### 4.13.10- Semolina

La semolina es la harina gruesa que procede del trigo y de otros cereales con la cual se fabrican diversas pastas alimenticias. En tierras valencianas se consume la semolina de arroz. La semolina se obtiene moliendo el endospermo del trigo duro.

Información nutricional de la Semolina: cantidad por 100 gramos, calorías 360, Lípidos 1gr, ácido graso saturado 0,4, proteína 13gr, vitamina A 0IU vitamina C 0mg, vitamina B6 0,1mg. (Guevara, 2003).

#### 4.13.11-Harina de yuca

Su valor nutricional radica en el aporte en hidratos de carbono de la raíz, concretamente un 38%. Aunque comparativamente tenga un bajo contenido en vitaminas y minerales, no hay que obviar que para determinadas poblaciones mundiales la yuca es la fuente principal de algunos minerales como el potasio y el calcio, además de vitaminas como la C, la B1, B2 y B5. Además, tiene un alto contenido en agua.

En contrapartida, la yuca es pobre en proteínas y grasas, aunque hay que decir que su proteína tiene un valor biológico interesante pese a que la metionina y la cisteína sean sus aminoácidos limitantes. (Guevara, 2003).

Tabla N°3. Tabla de alimentación teórica:

Determinación de la tasa de alimentación por peso vivo del camarón en estanques de engorde en siembra directa a 12.5-18.5 postlarvas/m<sup>2</sup>.

<b>Peso promedio por camarón (gr)</b>	<b>Tasa de alimentación (% peso vivo por día)</b>
0,008	7 Lb. Por ha por día
2,0	7 Lb. Por ha por día
2,0	5,50
3,0	4,65
4,0	4,22
5,0	3,90
6,0	3,6
7,0	3,27
8,0	3,00
9,0	2,85
10,0	2,75
11,0	2,63
12,0	2,55
13,0	2,50
14,0	2,41
15,0	2,30
16,0	2,25
17,0	2,19
18,0	2,10
19,0	2,00
20,0	1,95
21,0	1,88
22,0	1,80

(Treece, 2000)

#### **4.14- Tabla de alimentación.**

Es utilizada para evaluar la población de camarón dentro del estanque, se debe tener conocimiento de ciertos datos previamente registrados como: peso promedio semanal del camarón, cantidad de alimento suministrado en el estanque mediante comederos o al voleo durante los periodos de mayor actividad del camarón (fuera de muda y después de la rotación), que porcentaje (%) del peso corporal representa el alimento suministrado a ese peso promedio, para lo cual, se debe tener una tabla de suministro de alimento, adaptada y ajustada a las características de la camaronera o en el último de los casos, otra tabla guía como las sugeridas por los proveedores de alimento. (Anónimo, 1998).

La tabla de alimentación también es utilizada para elaborar la corrección de la dosis, la cual se realiza de un día para el otro si el consumo va en aumento, pero si el consumo va en descenso se debe corregir de una dosis a otra ya sea suspendiendo la ración o bajándola.

#### **4.15- Métodos de aplicación del alimento:**

##### **4.15.1- Al boleo: Manual**

Respecto a la manera de poner el alimento a disposición de los organismos en cultivo, las dos formas más comunes hasta ahora, son 1) la alimentación al boleo, es decir esparciendo éste sobre el estanque, distribuido lo más homogéneamente posible, y 2) la de proporcionarlo en charolas de alimentación. Respecto a la primera forma, esta se puede llevar a cabo manual o mecánicamente. Para la alimentación al boleo de forma manual se puede hacer desde la orilla del estanque en carretillas o carros, o se pueden utilizar pequeñas lanchas, que hacen recorridos en zigzag, por todo el estanque, cambiando el recorrido en el siguiente suministro, para alcanzar a cubrir la mayor superficie del estanque y evitar así que se acumule en ciertas áreas. En el segundo caso, el suministro se lleva a cabo desde la orilla utilizando carros con alimentadores capaces de enviar y dispersar el alimento hasta distancias considerables.

Ventajas de la alimentación manual:

- El alimento puede ser distribuido eficientemente en estanques de cualquier tamaño.
- La competencia por el alimento se reduce al mejorar la distribución (comprobado con charolas).
- El viento y la lluvia no interfieren.

Desventajas de la alimentación manual:

- Se requiere una supervisión muy eficiente.
- El costo laboral es 12% superior y el de combustible 50% más alto que en la alimentación mecánica.
- La bioseguridad es más problemática debido al movimiento de equipo y personal, de un estanque a otro. (Molina y Villareal, 2008).

#### **4.15.2- Comederos o charolas de alimentación**

El comedero es un dispositivo diseñado para contener alimento, su tamaño puede variar entre 0,50 y 0,80 m 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 las principales tenemos: maniobrabilidad para una rápida medición del alimento sobrante y un peso adecuado que posibilite su monitoreo, define dos tipos de comederos: el modelo Taiwanes (cuadrado) y el modelo modificado para el medio ecuatoriano (circular), este último es construido con uno o con doble marco de tubo de PVC (cloruro de poli vinilo) de 3/4 de pulgada o 1 pulgada relleno de arena para darle capacidad de hundimiento, a este marco se cose una malla preferentemente plástica, el diámetro del ojo de malla comúnmente usada es de 1 mm para todo el ciclo productivo. Los comederos opcionalmente pueden llevar un objeto pesado (piedra) para hacer más fácil su inmersión, antes de lo cual se sujetan por medio de cordeles a una estaca (2,5 m de longitud), debe tenerse en cuenta colocar la estaca en sitios pre - establecidos (suelo en buenas condiciones) para facilitar y hacer más efectiva esta operación. (Molina y Villareal, 2008).

#### **4.16- Factores que afectan la alimentación:**

Para la mayoría de especies cultivadas la ingesta de alimento varía primariamente con el tipo de alimento, calidad de ingredientes, homogeneidad de mezcla, estabilidad en el agua, composición de la dieta, tamaño del camarón, especie, edad, estado fisiológico, muda, salud, temperatura del agua, salinidad, DO, pH, productividad primaria, sólidos suspendidos, condiciones climáticas y densidad de cultivo. Los productores de camarón deben tomar todo estos factores en consideración para maximizar la eficiencia del programa de alimentación. Es por lo tanto fundamentalmente importante que los periodos preferidos de ingesta de alimento sean determinados y las cantidades apropiadas de alimento sean suministradas a saciedad. (Molina y Villareal, 2008).

##### **4.16.1- La 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. Similar es el caso de la pesca comercial, que durante la luna llena y luna nueva, el sol, la luna y la tierra están alineados y hay un mayor efecto gravitacional sobre las mareas. Con un mayor movimiento de las mareas, hay mayor actividad de los peces y mayor captura en la pesca comercial.

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.

Una de las particularidades de la presencia de un exoesqueleto rígido en los crustáceos es, entre otras, la restricción del crecimiento a períodos bien definidos. Naturalmente, esta característica implica la eliminación del antiguo exoesqueleto y la formación de un tegumento nuevo y generalmente de mayor tamaño, siendo el conjunto de estos sucesos conocido como ciclo de muda. Este fenómeno es cíclico, alternándose fases de relativo reposo externo con otras de intensa actividad. (Molina y Villareal, 2008).

#### **4.16.2- Ritmo circadiano**

Se ha dicho que en el cultivo del camarón el alimento juega un papel importante, especialmente la ración, la frecuencia y el horario de alimentación. Se han evaluado diversas frecuencias y horarios de alimentación en el crecimiento del camarón. Los resultados de estos estudios indican una considerable variación al respecto y sugieren la importancia de considerar factores bióticos (actividad enzimática) y abióticos (fotoperíodo) como efectores en el comportamiento alimentario del camarón. Estudios recientes señalan que los horarios de alimentación pueden ajustarse considerando la actividad circadiana de los organismos. Ya se mencionó el efecto cíclico del fotoperíodo sobre el consumo de alimento. En particular, la variación de las enzimas digestivas ha sido reconocida como parte importante de la fisiología y el comportamiento alimentario del camarón. Por esta razón, la determinación de la variación circadiana de las enzimas digestivas y el tiempo de inducción de la actividad enzimática resulta importante en el establecimiento de frecuencias y horarios de alimentación. La aplicación de la tecnología de ajuste de los horarios de alimentación en el cultivo de camarón blanco, ha demostrado su efecto positivo al incrementar la tasa de crecimiento hasta en un 35%. Esta sección permite, conocer las técnicas para determinar la variación circadiana de las proteasas digestivas y la determinación de los horarios de alimentación para el camarón blanco, *L. vannamei*, en cultivo semi-intensivo. (Molina y Villareal, 2008).

#### **4.16.3- Talla**

Una correlación entre el cambio ontogenético en la actividad enzimática y la variación en el patrón alimenticio en camarones peneidos ha sido ampliamente aceptada. La importancia de conocer la variabilidad de la actividad enzimática relacionada con el proceso ontogenético radica en el hecho de que ésta relación se puede usar como un índice del estado trófico para estimar la fase de desarrollo en las cuales las formulaciones de las dietas deben ser modificadas. La dieta de los camarones cultivados en sistemas extensivos y semi- intensivos está total o mayoritariamente compuesta de alimento natural debido a que los fondos de estos estanques son orgánicamente ricos y ofrecen una variedad de fuentes alimenticias presentes naturalmente. Es así que en el estudio llevado a cabo en piscinas camaroneras con

animales muestreados a los 2, 4, 6, 8, 10 y 12 gr para determinar contenido estomacal y actividad enzimática, se observó que en los camarones de 6 g y mayores, el material vegetal aportó una contribución mayor al 30% del contenido estomacal total. Fue notable el aporte de fragmentos de plantas macrofitas ya que estuvieron presentes en un 65 y 74% del total de los estómagos de camarones en 8 y 10 gr, respectivamente. (Molina y Villareal, 2008).

#### **4.16.4- Oxígeno disuelto**

De acuerdo a la disminución en la concentración promedio de oxígeno disuelto el ajuste de la ración de alimento debe ser el siguiente:

2.8 a 3.0 mg/L Reducir la ración en 25%  
2.5 a 2.7 mg/L Reducir la ración en 50%  
< de 2.5 mg/L No alimentar.

#### **4.16.5- Temperatura**

La temperatura tiene un pronunciado efecto sobre la frecuencia de alimentación. O el consumo de alimento es óptimo entre 27 y 31 °C. Cuando la temperatura cae por o debajo de los 25 C, el *L. vannamei* se enterrará en el lodo del fondo de la piscina por periodos de tiempo en el día y por consiguiente la tasa de consumo de alimento declinará alrededor de un 50% como resultado de la disminución de su o metabolismo. Cuando la temperatura del agua cae bajo los 20 C, la alimentación se detiene.

#### **4.16.6- pH**

Respecto a la elevación del pH, para todas las especies se recomienda lo siguiente: 9.0 a 9.5 Reducir la ración en 25% 9.5 a 10 Reducir la ración en 50% > 10 no alimentar. (Molina y Villareal, 2008).

#### **4.16.7- Estrés**

El estrés es provocado por condiciones ambientales adversas al crecimiento del camarón, cuando se presentan cambios bruscos en los factores físicos y químicos, cuando existe acoso de algún agente patógeno en el medio y por manipulación excesiva de los productores.

Cuando el camarón está estresado o enfermo, no consumirá bien el alimento. Bajo estrés las tasas de alimentación deberían reducirse para minimizar el desperdicio. Si el camarón come bien y los factores físicos y químicos se encuentran en los intervalos normales.

#### **4.16.8- Enfermedades**

Los camarones en sus diferentes etapas del ciclo de vida son atacados por patógenos infecciosos que causan daños desde leves hasta mortales. Para detectar una enfermedad o la presencia de un patógeno, la primera señal es una drástica reducción en la alimentación, hasta dejar de comer por completo, debido a que estos empiezan a atacar órganos importantes que le impiden un funcionamiento normal para la digestión y absorción de los nutrientes. (Martínez y Herrera, 2012).

#### **4.17- 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. De igual modo, los nutrientes en el alimento artificial que no son aprovechados directamente por los camarones entran a la columna de agua a fertilizar el estanque convirtiendo el alimento en un fertilizante caro. En relación al almacenamiento, manipulación, y manejo general del alimento, el personal técnico a cargo de la operación de la granja debe considerar las siguientes recomendaciones:

- El alimento para camarón debe almacenarse en un sitio fresco, seco y conservado lejos del alcance de roedores y otras plagas
- 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.
- Debe usarse solo alimento paletizado de alta calidad y con un mínimo de partículas finas

- 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
- 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
- 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.
- Considere el uso de bandejas de alimentación para monitorear el comportamiento alimenticio de los camarones. (Rojas et al, 2005).

#### **4.18- Análisis estadísticos.**

La información se procesara en Excel 2010 de Microsoft Office 2010, los procedimientos estadísticos que se utilizaran: Prueba de T student, promedio, error estándar, desviación estándar; se realizaran gráficos de líneas y barras comparando los resultados de los dos tratamientos.

## V.- MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1- Localización del lugar del experimento

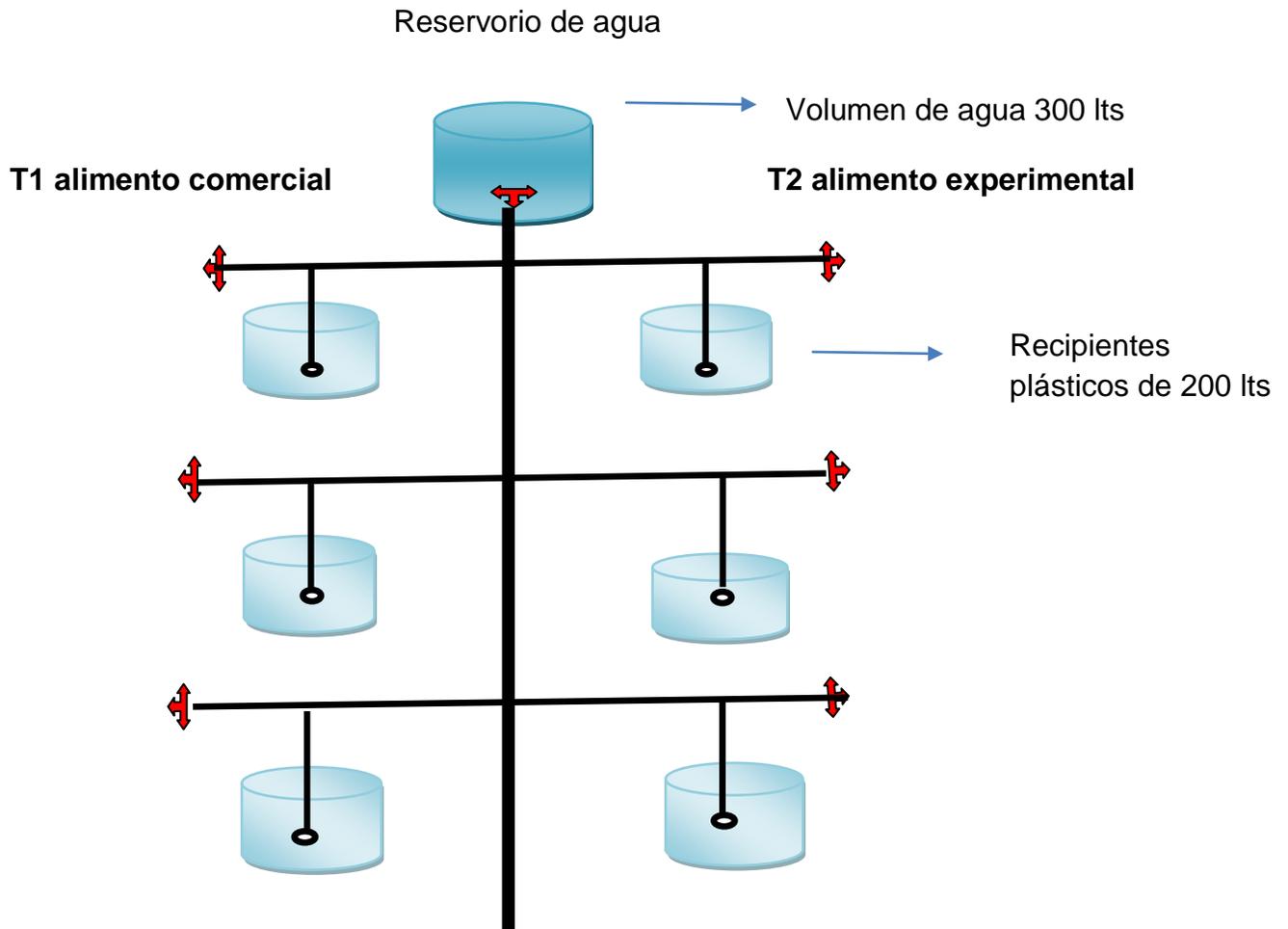
El experimento se desarrolló en el Laboratorio de Investigación Marina y Acuícolas (LIMA) de la UNAN – León ubicado en la comunidad de las Peñitas – León ubicado a 22 km de la ciudad de León, dicho experimento tuvo una duración de 1 mes que se realizó en Octubre del 2014, el acceso a dichas instalaciones es por medio de una carretera pavimentada que va desde la salida oeste de la ciudad hasta la costa del pacifico, las coordenadas de las instalaciones del laboratorio LIMA 16 P, 496454 mE, 1367310.61 mN.

Figura N<sup>o</sup>. 2. Mapa de localización del Laboratorio de Investigaciones Marinas y Acuícolas (LIMA).



## 5.2- Dispositivo experimental:

Figura N<sup>o</sup>. 3. Diagrama del dispositivo experimental, donde se desarrolló el experimento.



### **5.3- Diseño experimental:**

Determinar el crecimiento de camarones juveniles *Litopenaeus vannamei* con dos tipos de alimentos: comercial 25% de proteína Vs. experimental 18% de proteína a base de harinas: de pescado, maíz, soya, sorgo, yuca y semolina en un sistema semi intensivo.

El diseño comparo dos tratamientos, cada tratamiento contaba con tres repeticiones.

La fase del cultivo del experimento tuvo una duración de un mes donde se introdujeron camarones *Litopenaeus vannamei* juveniles de 1,6 gramos de peso. La cantidad total de camarones juveniles que introducimos en cada uno de los tratamientos fue de 6 organismos por m<sup>2</sup> ya que el sistema de cultivo que se implementó fue semi-intensivo con una densidad de siembra de 12 ind/m<sup>2</sup>, los recipientes plásticos que utilizamos fueron de 0.38 de area, con un volumen de agua de 200 lts y también utilizamos un reservorio de agua de 300 lts.

#### **5.3.1- Flujo de agua**

La toma de agua se encuentra detrás del Laboratorio de Investigaciones Marinas y Acuícola (LIMA), consiste en un tubo con ranuras en la cual se filtra el agua, está cubierto con piedrín y 1 metro de arena. Esta conduce el agua por medio de una tubería de 3 pulgadas y 110 metros de longitud.

El agua fue bombeada hacia un reservorio por medio de una bomba centrifuga Marca STA-RITE, Modelo JHHG- 53 HL de 5 HP, El reservorio es de concreto de forma cuadrada y dividida en dos partes, cada uno de ellos tiene las dimensiones de 11.35 metros de largo y 4.8 metros de ancho teniendo la capacidad de contener 54 mt<sup>3</sup>.

El agua fue bombeada a todas las instalaciones del laboratorio mediante una bomba sumergible Marca ModySumpPump, modelo M100S/m, serie SR #1008 94,1.3 HP, ubicada en un reservorio de concreto y unos tubos de 2 pulgadas de diámetro.

### **5.3.2- Flujo de aire.**

Se colocó a cada recipiente plástico una piedra difusora que estaba conectada a una red de manguerillas de plástico transparente de 1/8 de pulgadas y este a su vez, conectado a una tubería de 1 pulgada y blower o aireador marca Baldor Industrial Motors de 3 HP, este sistema permitió aireación constante las 24 horas del día.

### **5.4- Aclimatación y siembra:**

Las postlarvas provenían de la empresa Farallón Aquaculture de Nicaragua. Fueron aclimatadas y sembradas de PL25, las cuales fueron sembradas en una pila de 4.7 m<sup>2</sup> y se esperaron 10 días hasta que alcanzaron la edad de juveniles. Con un peso de 1.6 gramos. Después que obtuvieron la edad de juveniles fueron extraídos de la pila de concreto de 4.7 m<sup>2</sup>. El agua de la pila donde estaban los juveniles se encontraba a una salinidad de 30 ‰ y la salinidad de los recipientes plásticos donde sembramos los juveniles estaba 30 ‰, el Oxígeno Disuelto del agua de la pila de donde se extrajo los juveniles era de 6 mg/L y el oxígeno de los recipientes plásticos estaba en 5,5 mg/L la temperatura de la pila era de 30,2 °C y la de los recipientes estaba en 29,6 °C, por ende la aclimatación fue algo rápida haciéndole recambios de agua de 15 % cada media hora para que los organismos no se estresaran. Con una densidad de siembra de 12 ind/mt<sup>2</sup>.

### **5.5- Preparación del alimento.**

#### **5.5.1- Harina de pescado**

La elaboramos con pescado popoyote el cual lo compramos en el mercado Central de León, se realizó el descamado ya que estaba eviscerado, se hizo el corte mariposa y luego lo pusimos a secar al sol, hasta que nos quedó con una textura muy seca, después de todo el secado procedimos a su molienda, teniendo una tonalidad de color café.

### **5.5.2- Harinas: soya, maíz, sorgo**

Compramos la soya, maíz, sorgo, en el mercado la Estación de la ciudad de León, la lavamos y la pusimos al sol para que se secase y luego procedimos a tostarla después de tostarla esperamos que se enfriara y le quitamos la cáscara y luego procedimos a su molienda, donde quedo fina luego de tamizarlas.

### **5.5.3- Semolina**

Se compró la semolina en el mercado la Estación de la ciudad de León y la volvimos a moler donde se obtuvo más fina.

### **5.5.4- Elaboración de alimento experimental**

Se mezclaron las materias primas secas por 10 a 15 minutos, se agregó los ingredientes húmedos como el aceite de bacalao y se mezclaron durante otros 10 minutos, previamente se preparó el aglutinante gelatinizándolo (en un recipiente aparte se agregó agua hirviendo junto con el aglutinante en forma seca), añadimos este aglutinante para continuar mezclando por otros 10 minutos, al finalizar se obtuvo una masa homogénea.

La masa homogénea fue extruida por medio de una jeringa de 60cc, a la cual le hicimos otros orificios a los lados para que no agarrara aire y salieron más rápidos los pellet, que fueron puestos en una maya de 500 micras y la maya con los pellet los pusimos en una armadura de hierro y fueron secados al sol y el viento por dos días donde los obtuvimos secos, estos los almacenamos en un lugar seco a temperatura ambiente.

## **5.6- Régimen Alimenticio**

Los camarones juveniles Litopenaeus Vannamei fueron alimentados diariamente los del tratamiento 1 con alimento comercial peletizados al 25% de proteína y los del tratamiento 2 con alimento experimental peletizados al 18% de proteína las raciones se cambiaban cada 5 días después de que se realizaban los pesos promedios para

conocer su biomasa, se administraban tres raciones 7:00 Am, 12:00 Pm y 4:00 Pm diarias y a diferentes tasas según la biomasa existente en ambos tratamientos. El método de alimentación que utilizamos fue al voleo.

## **5.7- Factores físico- químicos**

### **5.7.1- Oxígeno Disuelto**

Para medir el oxígeno disuelto, usábamos el Oxigenómetro marca YSI 550A y su unidad de medida es mg/L (miligramos por litro).

Modo de uso:

Calibrábamos el Oxigenómetro escogíamos la tecla MODE, se anotaba el valor de la salinidad del agua muestra y la altura sobre el nivel del mar de donde tomábamos la muestra. Luego escogíamos regreso e iniciábamos el trabajo. Introducíamos el electrodo en el agua, sumergíamos a 15 cm de profundidad en el centro del dispositivo, y después de un minuto y medio aproximadamente (cuando el valor de la pantalla se estabilizaba) de obtener el resultado observado en la pantalla, el dato era el oxígeno disuelto en el agua. Los datos se registraron en un formato de campo a las 6 am y 6 pm todos los días que duro el experimento tomando el dato de todas las repeticiones de los dos tratamientos. (Martínez y Herrera, 2009).

### **5.7.2-Temperatura**

Para medir la temperatura se utilizó el mismo aparato descrito en el acápite anterior ya que el electrodo tiene un sensor térmico que nos indica la temperatura en grados centígrados (°C). Los datos se registraron en un formato de campo a las 6 am y 6 pm todos los días que duro el experimento tomando el dato de todas las repeticiones de los dos tratamientos. (Martínez y Herrera, 2009).

### **5.7.3- Salinidad**

Para medir el nivel de salinidad usamos el refractómetro manual óptico (salinómetro), Marca: Aquafauna, modelo: ABMTC, siendo su unidad de medida ‰S (partes por mil) usándose de la manera siguiente:

Para calibrar el refractómetro se procedía de la siguiente manera: se le aplicaba agua dulce en el prisma y se movía el tornillo para que la línea se ubicara en cero. De esta manera se calibraba dicho equipo. Luego tomábamos una muestra de agua de los recipientes plásticos de cada repetición y la colocábamos en el prisma, contraluz observábamos la pantalla del refractómetro y leíamos la medición. Los datos se registraron en un formato de campo a las 6 am y 6 pm todos los días que duro el experimento tomando el dato de todas las repeticiones de los dos tratamientos. (Martínez y Herrera, 2009).

#### **5.7.4- pH**

Para medir el pH, usábamos un peachimetro lo encendíamos y lo sumergíamos como 5cm en los recipientes plásticos. Los datos se registraron en un formato de campo a las 6 am y 6 pm todos los días que duro el experimento tomando el dato de todas las repeticiones de los dos tratamientos. (Martínez y Herrera, 2009).

### **5.8- Parámetros Poblacionales.**

#### **5.8.1- Peso promedio acumulado**

Este muestreo se realizaba cada 5 días con el objetivo de conocer cuánto aumentaba de peso acumulado los organismos estudiados. Se realizaba sacando todos los organismos por recipiente con un chayo luego los organismos se pesaban individualmente con una balanza gramera. Después de haber realizado el pesaje los camarones se regresaban al dispositivo. Después de haber pesado individualmente los camarones por recipiente se suman los datos y se divide entre el número de organismos que había en cada recipiente y luego los pesos promedios de cada recipiente se sumaban y se dividían entre las repeticiones de cada tratamiento. (Martínez, 2012).

Fórmula de promedio.

$$P \bar{x} = \sum (X_1, X_2, X_3, \dots) / \text{No de muestra.}$$

### 5.8.2- Ritmo de crecimiento

Para calcular el ritmo de crecimiento tomamos los datos de peso promedio de los organismos de la semana actual para restarle los pesos promedio de la semana anterior. (Martínez, 2009).

$$RC = P\bar{x}_2 - P\bar{x}_1$$

RC: Ritmo de Crecimiento

$P\bar{x}_2$ : Peso promedio de semana actual

$P\bar{x}_1$ : Peso promedio de semana anterior

### 5.7.3- Tasa de crecimiento

Los muestreos de crecimiento permitieron conocer el comportamiento de los juveniles de camarones, en cuanto a su desarrollo, y su respuesta a la relación alimenticia.

Este muestreo se realizaba cada 5 días para tener un control del crecimiento de forma periódica. (Martínez y Lin, 1994).

Para calcular la tasa de crecimiento usábamos la siguiente fórmula:

$$T.C = \frac{(\text{Log}_{10} \text{ de peso final} - \text{Log}_{10} \text{ de peso inicial})}{5 \text{ días}} \times 100$$

### 5.8.4- Sobrevivencia

Con los datos obteníamos del muestreo de población se obtendrá el tamaño de la población a esa semana, luego a ese valor se le sacaba el porcentaje asumiendo que la población inicial al 100% de sobrevivencia corresponde a los individuos sembrados. Lo cual era una vez terminado el muestreo de población se sacaba el porcentaje de sobrevivencia por la regla de tres dividiendo la cantidad de organismos sembrados entre 100 y multiplicándolos por la cantidad de esa semana y luego los datos se anotaron en el formato correspondiente. (Martínez, 2009).

% Supervivencia = Número de organismos encontrados en el muestreo  $\times$  100 / número de animales sembrados

### **5.8.5- Rendimiento productivo**

Se determina por la cantidad de camarones por peso promedio alcanzado por la población.

Con los datos de animales existentes al momento del muestreo, se multiplicaron por el peso promedio para tener como resultado la biomasa existente en cada recipiente de plástico. Esto se calculó con siguiente fórmula:

$$RP = Nt * Pt / A$$

Dónde:

**RP:** Rendimiento productivo

**Nt:** número de camarones.

**Pt:** peso promedio en Libras.

**A:** Área de cultivo en hectáreas.

El rendimiento productivo es la biomasa final del ciclo productivo expresada en Lbs / ha. (Martínez, 2009).

### **5.8.6- Factor de conversión alimenticia**

Este se calculaba sumando el total de alimento semanal entre la biomasa semanal, esto es para tener un control para saber cuánto alimento consumido se convertirá en biomasa de camarones. (Martínez, 2009).

Se calcula de la siguiente forma:

$$FCA = \text{Alimento Acumulado} / \text{Biomasa.}$$

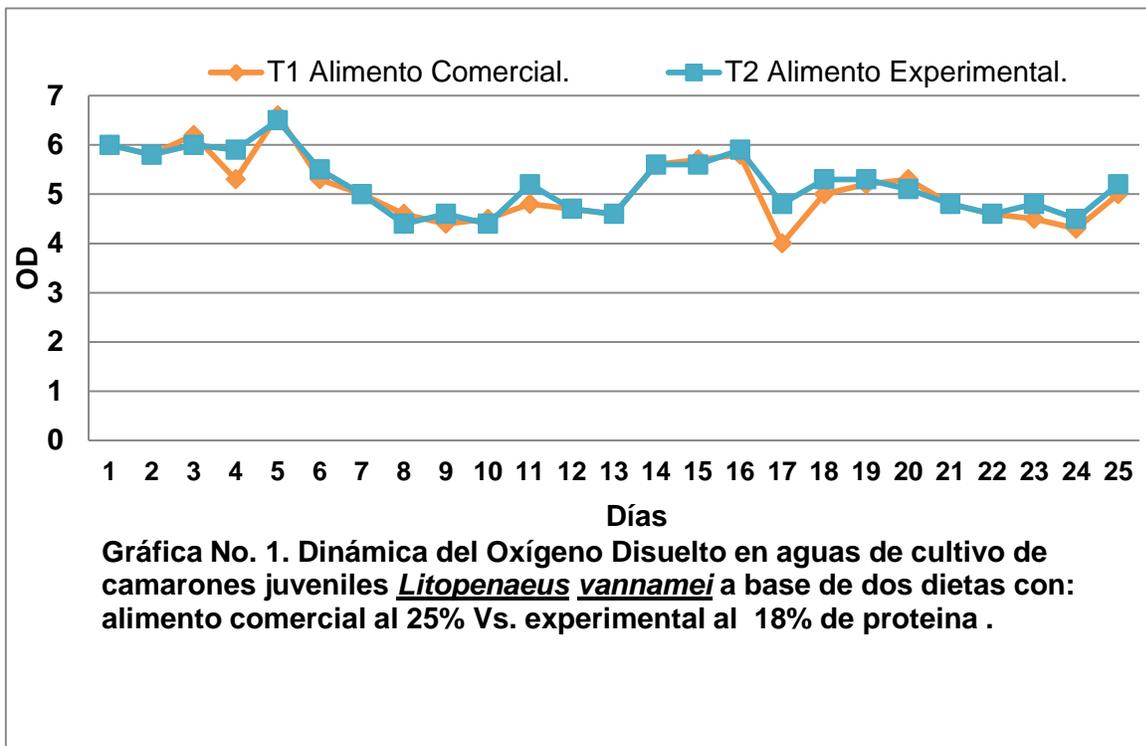
## VI-RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

### 6.0- Oxígeno Disuelto

En las aguas del Alimento comercial T1 el valor mínimo de Oxígeno Disuelto fue de 4mg/L y el valor máximo fue de 6,6mg/L y en el Alimento experimental T2 el valor mínimo fue de 4,4mg/L y el valor máximo fue de 6,5mg/L. Ver Gráfica No. 1.

Según Martínez y Herrera (2009) Las menores concentraciones de Oxígeno Disuelto se observan durante la mañana y las mayores a última hora del día. Se consideran intervalos normales de concentración entre 3.2 a 7 mg/L, sin embargo, valores superiores a 7 mg/L indicaría una excesiva concentración de fitoplancton que puede producir una depleción notable de oxígeno disuelto durante la noche.

Como se puede observar en la gráfica No. 1, los valores registrados de Oxígeno Disuelto, se encuentran dentro de los intervalos óptimos para el crecimiento normal de los camarones, por lo que dichas concentraciones no afectaron el crecimiento de los camarones juveniles.

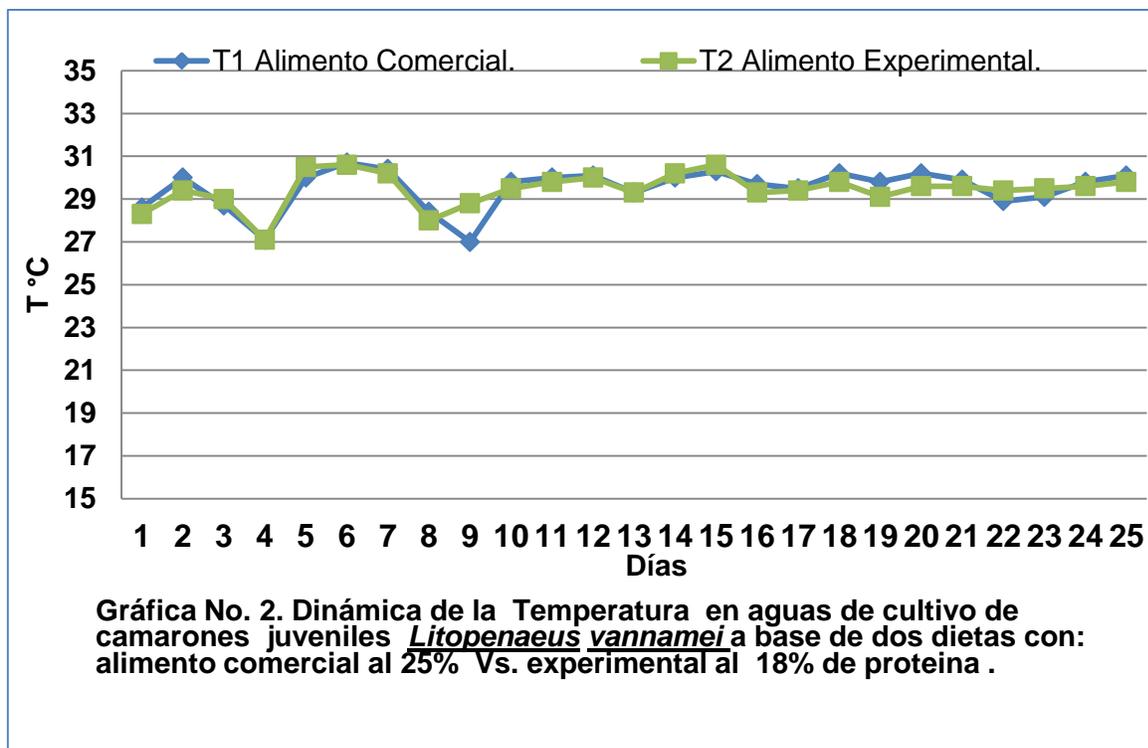


## Temperatura

En el Alimento comercial T1 las aguas presentaron el valor mínimo de temperatura fue de 27 °C y máximo de 30,7 °C y en el Alimento experimental T 2 el valor mínimo de temperatura fue de 27,1 y el máximo de 30,6. Ver Gráfica No. 2.

Según Martínez y Herrera (2009). La temperatura óptima de cultivo debe fluctuar entre 27 y 31 °C. Por debajo de este rango el crecimiento es lento y arriba de 31° C el animal pierde peso por alto metabolismo necesitando consumir más alimento balanceado

Como podemos observar en la gráfica No 2, la temperatura registrada a lo largo del experimento está dentro de los niveles óptimos para el crecimiento de los organismos en ambos tratamiento.

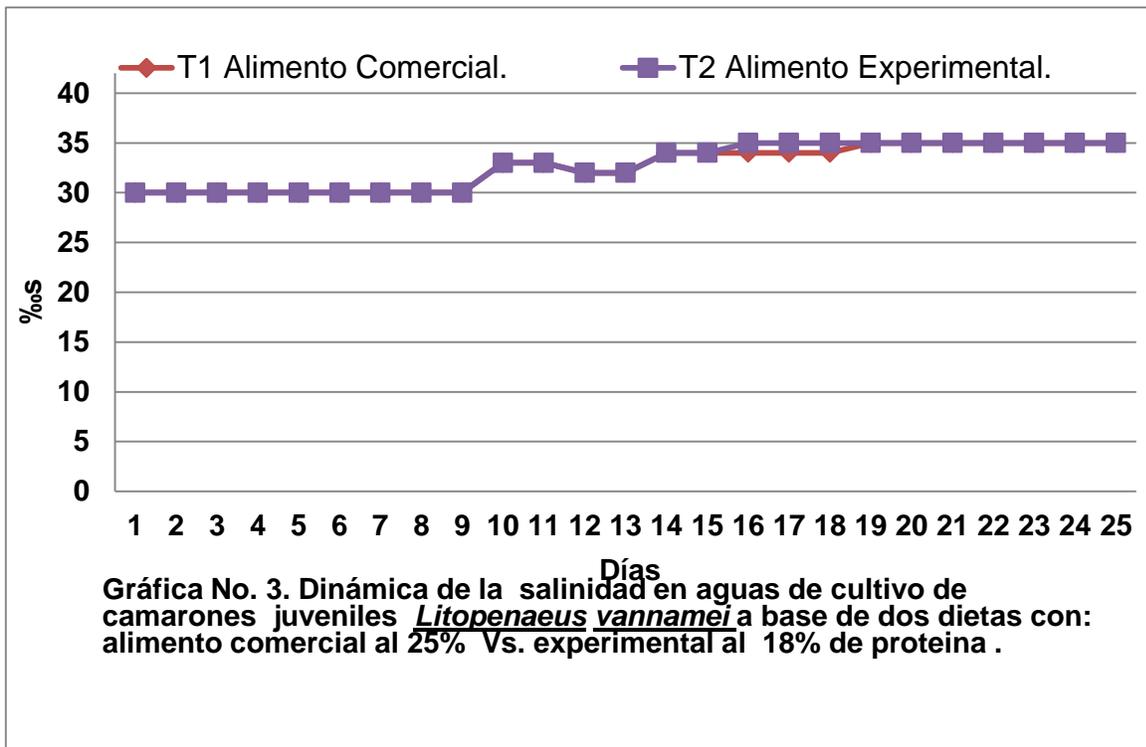


## Salinidad:

En el Alimento comercial T1, las aguas presentaron el valor mínimo de salinidad de 30‰S y un valor máximo fue de 35‰S y en el Alimento experimental T2 el valor mínimo fue de 30‰S y el valor máximo fue de 35‰S. Ver Gráfica No.3.

Según Martínez y Herrera (2009), Los intervalos de tolerancia de la salinidad para los camarones es muy amplia y pueden sobrevivir de 0‰S hasta 50‰S, el intervalo de crecimiento óptimo varía entre 15 a 25‰S. Los camarones en general son eurihalinos, sin embargo los individuos jóvenes tempranos soportan más las variaciones de salinidad que los viejos tardíos.

Los niveles de la salinidad registrados en este trabajo están fuera de los intervalos óptimos de crecimiento en nuestro experimento, sin embargo estos valores no afectaron el crecimiento de los organismos, debido a que son animales eurihalinos en la etapa de juveniles tempranos.

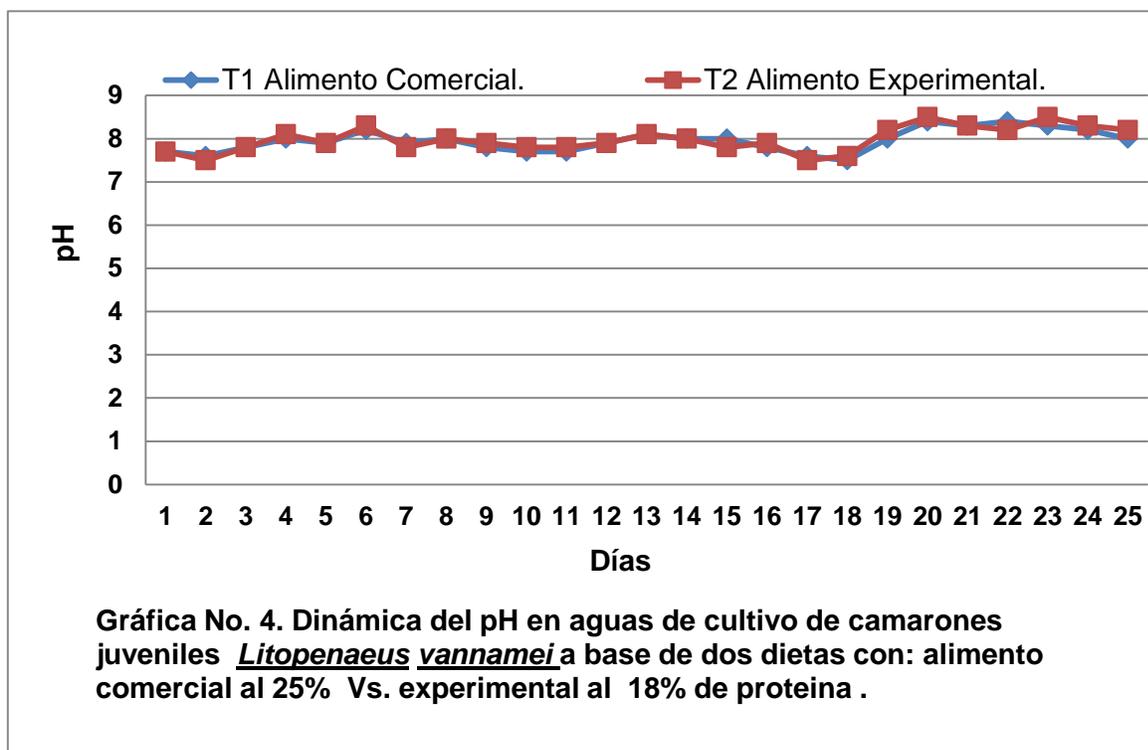


## pH

Las aguas del Alimento comercial T1 presentaron el valor mínimo de pH de 7,5 y el valor máximo fue de 8,4 y en el Alimento experimental T2 el valor mínimo de pH fue de 7,5 y el máximo fue de 8,5. Ver Gráfica No. 4.

Según Martínez y Herrera (2012), los intervalos óptimos de pH son de 6.5 a 8.5 en las aguas de cultivo de camarones.

Cómo podemos observar nuestros valores está dentro de los intervalos óptimo para el crecimiento de los organismos cultivados en el experimento.



## Crecimiento Acumulado

El crecimiento acumulado de los camarones fueron numéricamente diferentes siendo para el Alimento comercial T1 de 5 gr y Alimento experimental T2 de 5,5 gr. Ver Gráfica No. 5.

Según Martínez. (2012), en sistemas de producción semi intensivo los camarones tienden a crecer de manera diferenciada, en postlarvas pueden crecer hasta 2 gramos en 4 semanas, mientras que en Juveniles tempranos, que son los estudiados en este trabajo, se espera que crezcan al menos 3 gramos en 4 semanas. Luego se espera que el crecimiento sea superior a 1 gr por semana.

Se pudo observar que los camarones de ambos tratamientos crecieron lo que se esperaba según el autor (5 gr). Si bien es cierto que es evidente la diferencia numérica entre los crecimiento de ambos grupos de camarones, estadísticamente no existe diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) entre ambos tratamientos. Ver tabla No. 4.

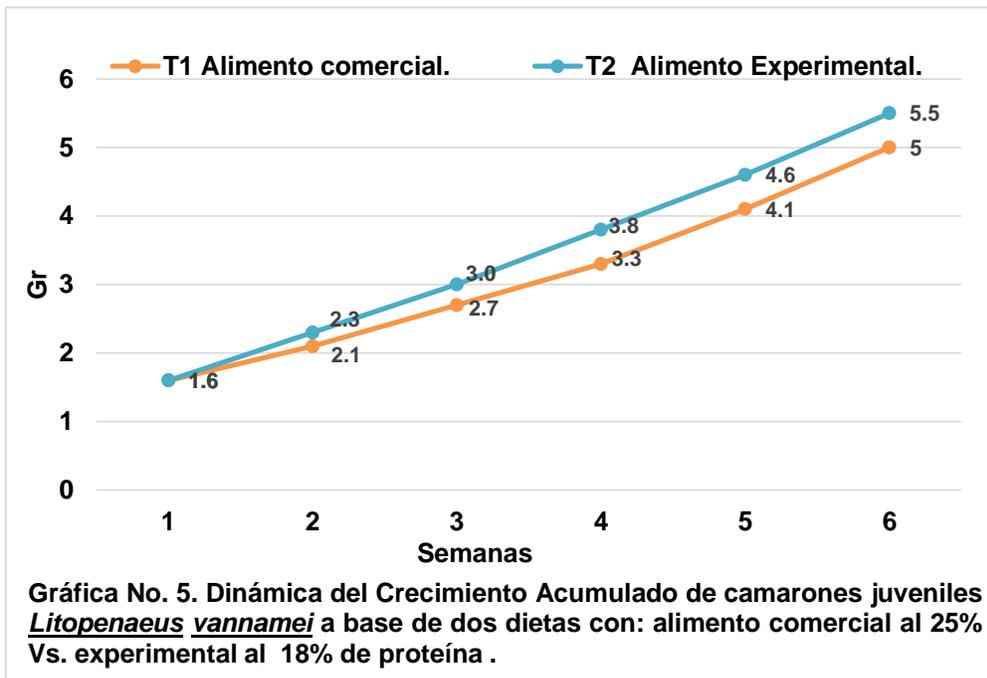


Tabla No.5: Prueba t para medidas de dos muestras emparejadas.

	Tratamiento 1	Tratamiento 2
Media	5	5,5
Varianza	0,02444	0,0066
Observaciones	18	18
Coefficiente de correlación de Pearson	-0,0436	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	17	
Estadístico t	5,8439	
P(T<=t) una cola	4,7666	
Valor crítico de t (una cola)	1,7396	
P(T<=t) dos colas	1,9533	
Valor crítico de t (dos colas)	2,1098	

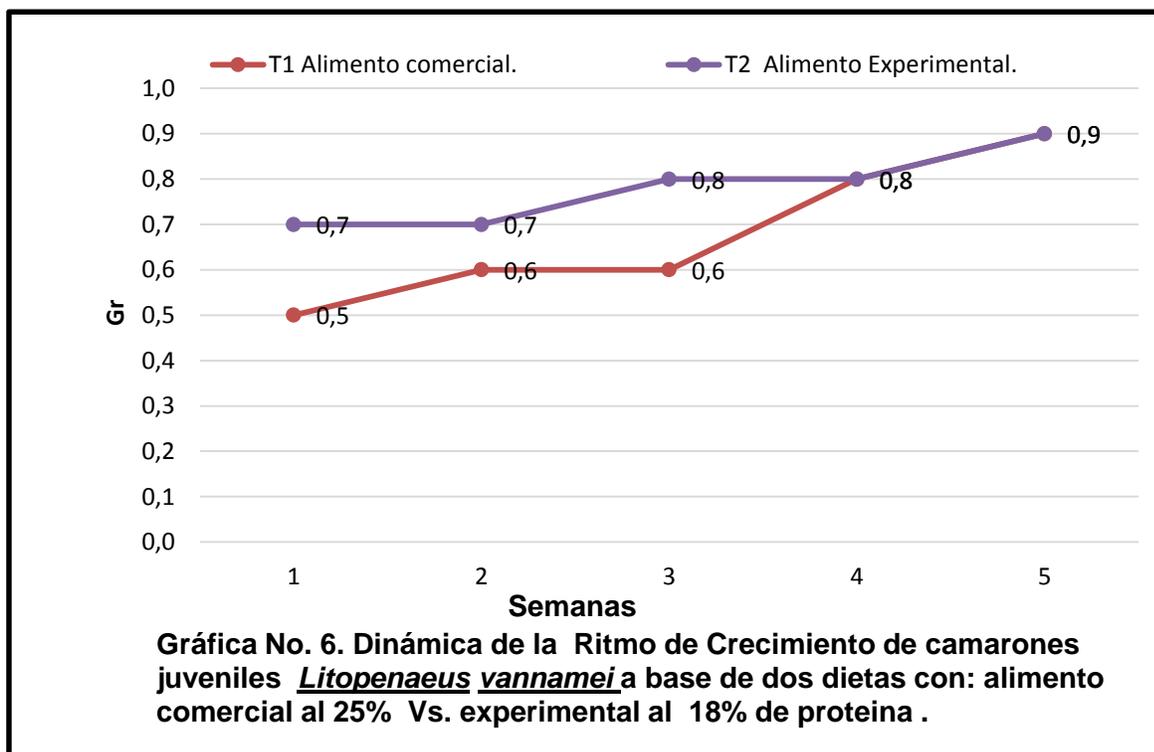
El valor estadístico t es de 5.8439. El valor t para una cola es 1,7396 y para dos colas fue de 2,1098. Concluimos que no hay diferencias significativas en los datos de las dos muestras.

## Ritmo de Crecimiento

El Ritmo de crecimiento para Alimento comercial T1 el valor mínimo fue de 0.5 y máximo de 0.5 y los organismos alimentados con alimento experimental T2 el valor mínimo fue de 0.7 y el máximo de 0.9. Ver Gráfica No. 6.

Según Martínez (2012), Los camarones crecen de acuerdo a la edad que tengan, en las primeras edades a pesar de crecer más del 100% en un día, en el peso no se observa cambio porque son valores muy pequeños, sin embargo, en postlarvas y juveniles tempranos se espera que los camarones crezcan de 0.5 a 0.7 gramos de peso cada 5 días. En camarones pre adultos el crecimiento puede ser igual o mayor que 1 gr.

El ritmo de crecimiento del tratamiento 1 y del tratamiento 2 está dentro de los intervalos de crecimiento para esta especie de camarón, según el autor antes mencionado.

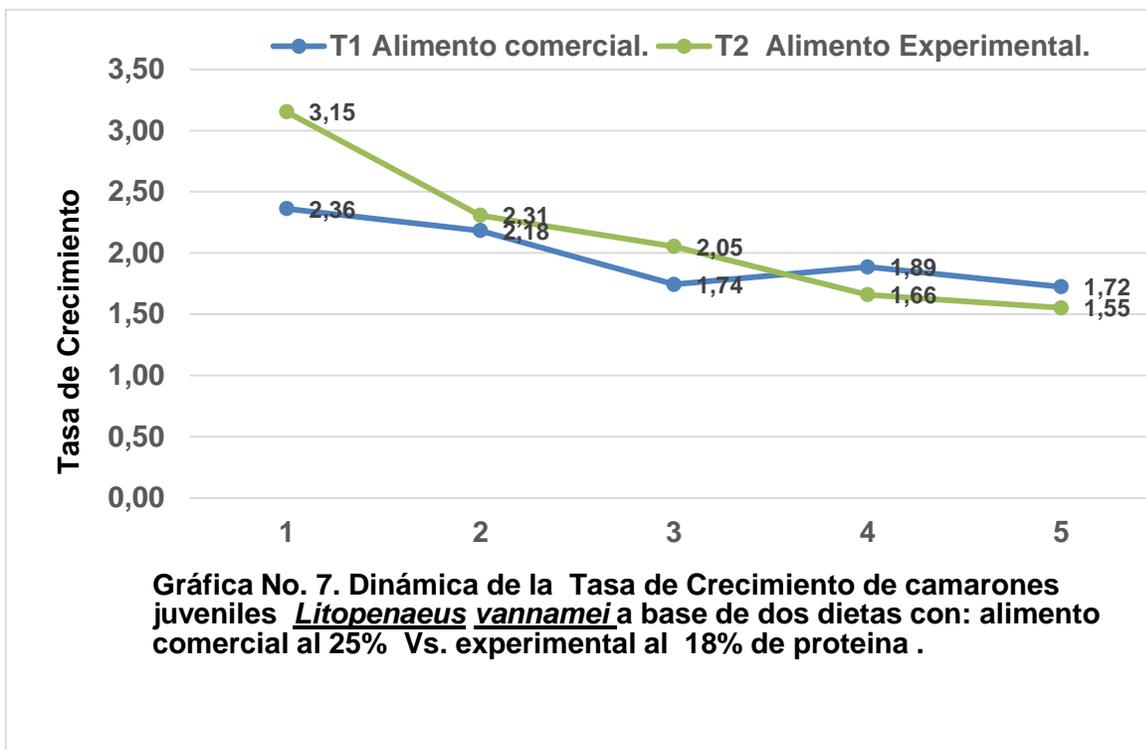


## Tasa de Crecimiento

La tasa de crecimiento final para el Alimento comercial T1 fue de 1,72 y la tasa de crecimiento final para el Alimento experimental T2 fue de 1,55. Ver Gráfica No 7.

Según Martínez (2012), En el periodo en que se encuentran los camarones cultivados en este trabajo, se logran tasas de crecimiento de 1.0 a 1.2 gr/semana (que son bastante buenos) hasta llegar a la talla de cosecha. Cuando se tienen valores de 0.5 gr/semana como está sucediendo actualmente, se considera que la tasa de crecimiento es pobre o mala.

Como podemos observar en la gráfica No 7. La tasa de crecimiento del tratamiento 1 y del tratamiento 2 está dentro de los intervalos de crecimiento para esta especie de camarón según la bibliografía antes mencionada.

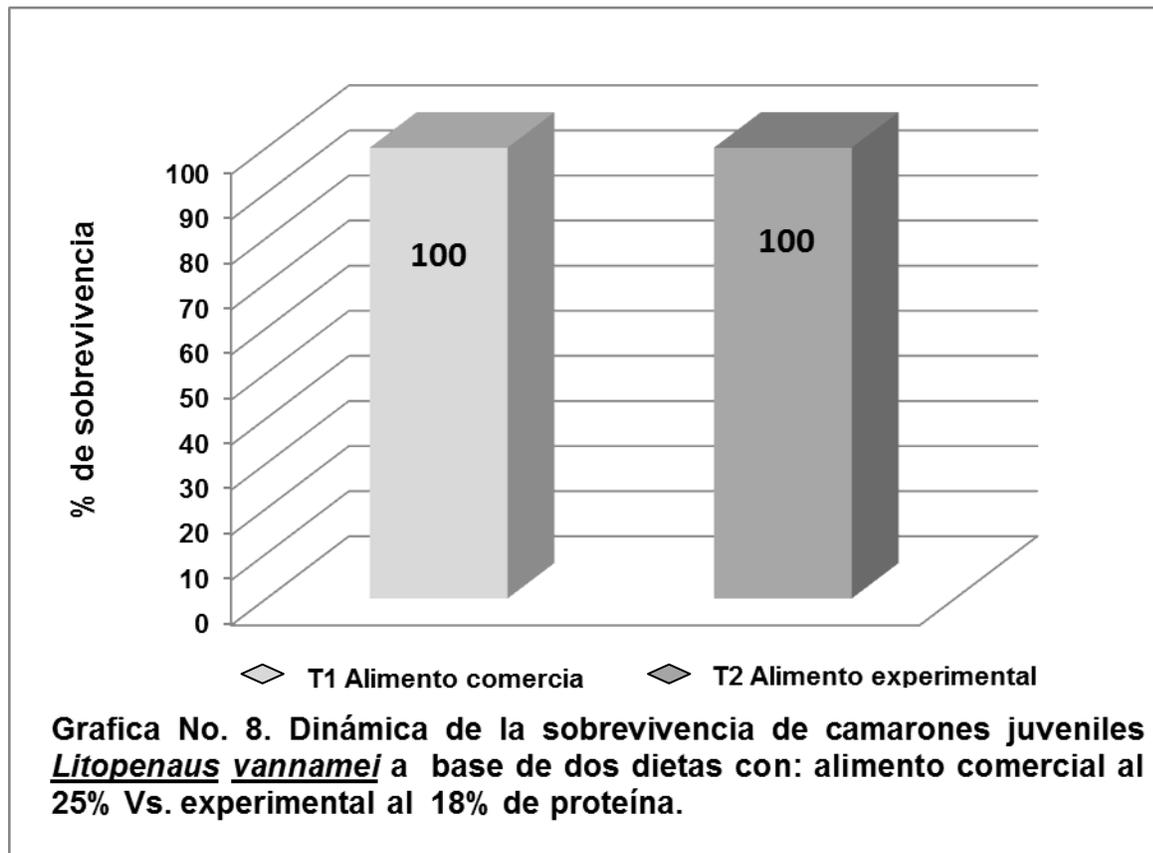


## Sobrevivencia

Los organismos alimentados en el tratamiento 1 alimento comercial al 25% de proteína y los organismos alimentados el tratamiento 2 alimento experimental al 18% de proteína se obtuvo una sobrevivencia del 100% en ambas condiciones experimentales. Ver Grafica No. 8.

Según Martínez y Herrera (2009), se espera que la sobrevivencia de los camarones en un sistema semi intensivo sea de 80%.

Como podemos observar en la gráfica No 8. La sobrevivencia de ambos tratamientos está dentro de los intervalos de crecimiento para esta especie de camarón según fuente bibliográfica.

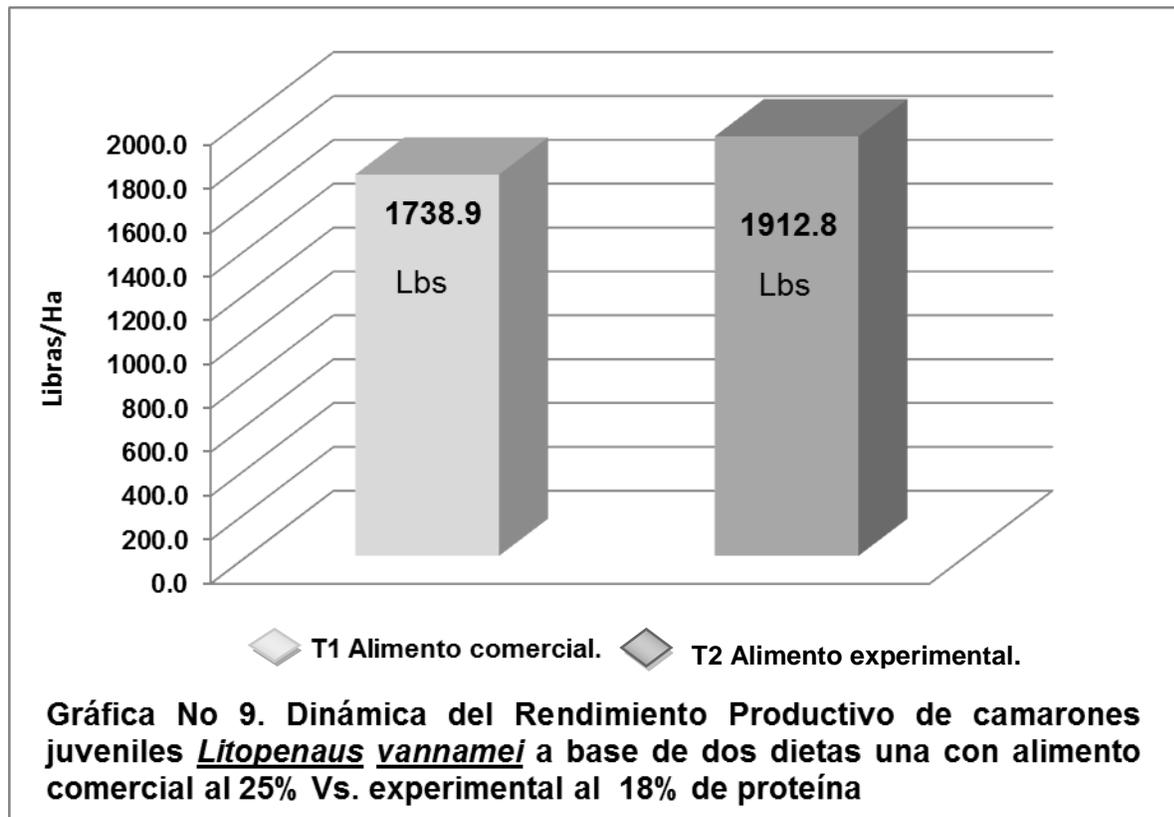


## Rendimiento Productivo

El Rendimiento Productivo final para el en Alimento comercial T1 fue de 1738,9 Lbs/ha y el Rendimiento Productivo final en el Alimento experimental T2 fue de 1912,8 Lbs/ha . Ver Gráfica No 9.

Los datos reportados por Martínez (2009) en un estudio realizado, se cosecharon un promedio de 6.4 libras para estanques con densidad de siembra de 15 ind/m2, equivalentes a 2560 libras de camarón entero por hectárea.

Observa que el rendimiento productivo en este experimento está dentro de los intervalos que la reportada por Martínez (2009) para esta misma especie y el mismo sistema de cultivo semi-intensivo.

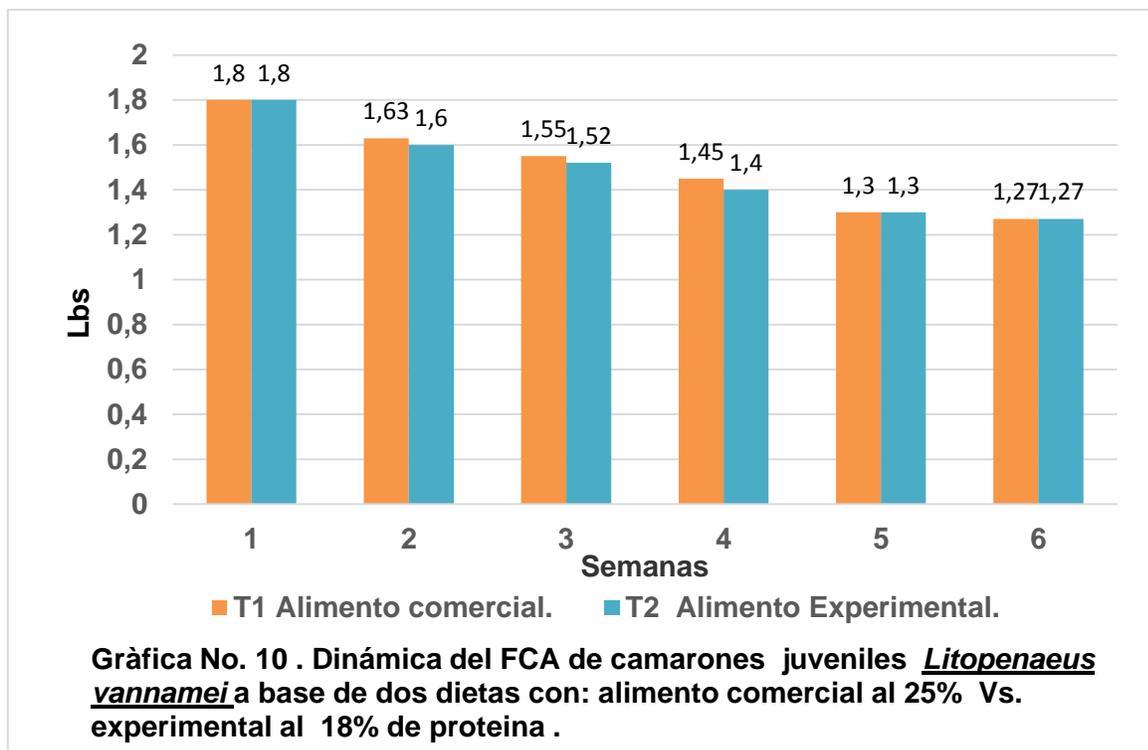


## Factor de Conversión Alimenticia

El FCA final para el alimento comercial T1 fue de 1,27 y el FCA final para el alimento experimental T2 fue de 1,27. Ver Gráfica No 10.

Según Talavera et al (1997). FCA varía durante el ciclo de producción y entre las poblaciones, pero es una guía muy buena y debería ser entre 0.6-1.0 en camarones de hasta 10 gramos de peso y entre 1.0 y 1.3 para tallas mayores. Idealmente la T.C.A. o FCA no debe ser mayor de 1.5. La alimentación constituye el elemento principal del costo de producción en la camaronicultura y debido a este hecho es considerado como el factor de mayor importancia económica en esta actividad.

Como se puede observar en la gráfica No. 10 los valores del factor de conversión alimenticia (FCA), obtenidos en este experimento están dentro de los intervalos óptimos de aceptación.



## VII- CONCLUSIONES

1. Los factores físicos-químicos se mantuvieron en toda la fase del experimento dentro de los intervalos para el óptimo crecimiento de los camarones estudiados: El Oxígeno Disuelto en el T1 el valor mínimo de oxígeno disuelto fue de 4mg/L y el valor máximo fue de 6,6mg/L y en el T2 el valor mínimo fue de 4,4mg/L y el valor máximo fue de 6,5mg/L. La temperatura en el T1 el valor mínimo fue de 27 °C y máximo de 30,7°C y en el T2 el valor mínimo registrado fue de 27,1 °C y el máximo de 30,6°C. La salinidad de ambas condiciones experimentales fue el valor mínimo 30‰S de y un valor máximo de 35 ‰S. El pH estuvo en el T1 el valor mínimo fue de 7,5 y el máximo fue de 8,4 y en el T2 el valor mínimo fue de 7,5 y el máximo fue de 8,5.
2. El crecimiento acumulado al final del experimento en el T1 fue de 5 gramos y en el T2 fue 5,5 gramos, y el ritmo de crecimiento final obtenido para el T1 fue de 0,9 gramos y en el T2 se obtuvo un ritmo de crecimiento de 0,9 gramos, la tasa de crecimiento obteniendo en la última semana del experimento el T1 fue de 1,72 y en el T2 1,55.
3. La sobrevivencia al final del experimento fue de 100% para ambos tratamientos, el rendimiento productivo final del T1 fue de 1738,9, Lbs/ha y en el T2 1912,8 Lbs/ha y el factor de conversión alimenticia al final del experimento en el T1 fue de 1,27 y el del T2 fue de 1,27.

Como respuesta a la hipótesis se concluye que los dos tratamientos no presentan diferencias significativas y que las diferencias numéricas que se observan se deben al azar.

## VIII- RECOMENDACIONES

Para futuros investigadores y productores interesados en el mejoramiento de la alimentación del camarón blanco *Litopenaeus vannamei*:

1. Mantener un manejo adecuado y monitoreo de los factores físico-químicos.
2. Evitar que el alimento no tenga contacto alguno con ningún tipo de insecticida ya que podría ser fatal para el cultivo.
3. Mantener un buen almacenamiento del alimento y evitar que el alimento tenga contacto con el suelo, de esta manera se mantendrá la buena calidad del alimento.
4. Evitar que el alimento se moje durante la manipulación del mismo para que no agarre hongo y se mantenga en buenas condiciones.
5. Implementar las Buenas Practicas para la Alimentación Acuícola en los cultivos camaroneros, para evitar gastos innecesarios y mantener un equilibrio tanto biológico en el cuerpo de agua, como ecológico con el ambiente.

## IX- BIBLIOGRAFÍA

- Anónimo, 1998. Boletín nicovita. MUESTREO POBLACIONAL EN EL CULTIVO DE CAMARÓN, PARTE II: USO DE TABLA DE ALIMENTACIÓN Y COMEDEROS (Tabla de alimentación). VOLUMEN 3 – EJEMPLAR 04. Abril, 1998.PDF. Pág. 1
- Guerreo D. 2010.Sistema del Manejo del Cultivo del Camarón. El Viejo, Chinandega. Nicaragua Pp. 47-49
- Guevara W. 2003. Formulación y elaboración de dietas para peces y crustáceos. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohman Facultad de Ingeniería Pesquera Perú. Pp34-53  
<http://www.unibg.edu.pe/coin2/pdf/01040800303.pdf>
- Haws M, Boyd C y Green B. 2001. Buenas Prácticas de Manejo en el Cultivo de Camarón en Honduras. Asociación Nacional de Acuicultores de Honduras (ANDAH). Centro de Recursos Costeros de la Universidad de Rhode Island. Universidad Auburn, Departamento de Pesquerías y Acuicultura. Pp. 40-46.  
[http://www.crc.uri.edu/download/PKD\\_good\\_mgt\\_field\\_manual.pdf](http://www.crc.uri.edu/download/PKD_good_mgt_field_manual.pdf)
- Lawrence, A.L. y Houston, D.M. 1993. Nutritional response of juvenile *Penaeussetiferus*and*Penaeusvannamei* to different quality feeds in presence andabsence of natural productivity. *Proceedings 20th US – Japan Symposium on Aquaculture Nutrition*, Newport, Oregon.Collie, M.R. y McVey, J.P. (Eds.),Pp113-124.  
[http://www.revistaaquatic.com/aquatic/pdf/35\\_3.pdf](http://www.revistaaquatic.com/aquatic/pdf/35_3.pdf)
- Martínez y Córdoba, L.R., H. Villarreal and M.A.Porchas. 1995. Culture of white shirmp *Litopenaeus vannamei* in reduced water exchange ponds in Sonora, México. *World Aquaculture* 26(4): 47-48.
- Martínez E. y Lin F. 1994. Manual para el cultivo de camarones marinos. UNAN-León, León Nicaragua. Pp.10-20
- Martínez y Córdoba, L. 2002. Camaronicultura: Avances y Tendencias. AGT Editor México, D.F.Pp.167.  
[http://www.revistaaquatic.com/aquatic/pdf/35\\_3.pdf](http://www.revistaaquatic.com/aquatic/pdf/35_3.pdf)

- Martínez E. y Ponce J. 2008. Ecofisiología de Camarones: con énfasis en el cultivo. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-León Facultad de Biología. Universidad Nacional Autónoma del Estado de Morelos Centro de Investigaciones Biológicas. Pp6
- Martínez E, 2009. Subproyecto: Producción de camarones marinos a dos densidades de siembra en estanques de concreto utilizando sistema intensivo sin aireación. Las Peñitas, Nicaragua. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua Unan-León Departamento de Biología Ingeniería Acuícola, Pp.4-13
- Martínez E. y Herrera C. 2009. Guía para el componente curricular, Camaronicultura UNAN-León, Nicaragua. Pp.12-55
- Martínez E. 2011. Folleto Ecofisiología de organismos acuícolas. Ingeniería Acuícola. Facultad de Ciencias y Tecnología, UNAN-León, Nicaragua. Pp10-30
- Martínez E y Herrera C. 2012. Folleto Guía para el componente curricular calidad de agua en estanques acuícolas. UNAN-León, Nicaragua. Pp.1-28
- Martínez E, 2012. Crecimiento y Desarrollo. Ingeniería Acuícola. Facultad de Ciencias y Tecnología, UNAN-León, Nicaragua. Pp. 1-3.
- Martínez E, 2014. Comunicación personal. UNAN-León. Nicaragua. El día 25 de Junio de 2014.
- Morales, V. 1990. Levantamiento larvario de camarones peneidos. Cartilla Pradepesca.  
<http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/8571/1/01cheise.pdf>  
<http://encuentro.uca.edu.ni/images/stories/2012/pdf/46e/46e4a.pdf>
- Molina C, Villareal H. 2008, Estrategias de Alimentación en la Etapa de Engorda del Camarón. La Paz, B.C.S, México. Pp. 53  
[http://www.innovacion.gob.sv/inventa/attachments/article/2590/CYTED\\_Camaron.pdf](http://www.innovacion.gob.sv/inventa/attachments/article/2590/CYTED_Camaron.pdf)
- Pérez-Farfante, I & Kensley, B. 1997. Keys and diagnoses for the families and genera. Penaeoid and sengestoid shrimps and prawns of the world. Memoires du museum national d histoire naturelle. Pp.3-4

<http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/8571/1/01cheise.pdf>

Rojas, A.A., Haws, M.C. y Cabanillas, J.A. ed. (2005). Buenas Prácticas de Manejo Para el Cultivo de Camarón. The David and Lucile Packard Foundation. United States Agency for International Development (Cooperative Agreement No.PCE-A-00-95-0030-05), Pp25-28.

[http://www.crc.uri.edu/download/PKD\\_good\\_mgt\\_field\\_manual.pdf](http://www.crc.uri.edu/download/PKD_good_mgt_field_manual.pdf)

Sandifer, P.A., J.S. Hopkins and A.P. Stokes. 1988. Intensification of shrimp culture in earthen ponds in South Carolina: Progress and prospect. Journal of the World Aquaculture Society, 19 (4):218-226.

Santamaría, L y García, E. 1991. Parámetros importantes en la calidad de aguas del cultivo de organismos acuáticos en estanques de agua salobre. Manual técnico. Dirección Nacional de Extensión Agropecuaria. Panamá. Pp.55-60

<http://encuentro.uca.edu.ni/images/stories/2012/pdf/46e/46e4a.pdf>

Sánchez, 2004. Variables que afectan la frecuencia de alimentación con alimento balanceado en el cultivo del camarón marino *Litopenaeus vannamei*. ,Pp.3.

[http://www.alicorp.com.pe/ohs\\_images/nicovita/boletines/2004/bole\\_0410\\_01.pdf](http://www.alicorp.com.pe/ohs_images/nicovita/boletines/2004/bole_0410_01.pdf)

Sedgwick, R. W. 1979. Effect of ration size and feeding frequency on the growth and food conversion of juvenile *Penaeus merguensis* deman. Aquaculture Pp.279

[http://eprints.cmfri.org.in/2188/1/Rekha\\_186-194.pdf](http://eprints.cmfri.org.in/2188/1/Rekha_186-194.pdf)

Sotelo, I. 2003. Diseño de un Alimento para Camarones jóvenes a partir de un residuo seco obtenido por un bioproceso.Pp.15-29.

<http://intellectum.unisabana.edu.co:8080/jspui/bitstream/10818/5101/1/129991.pdf>

Talavera V, Sánchez D Y Zapata L. 1997. Boletín nicovita , Volumen 2 Edición 03. Pp 1. Argentina.

[http://www.nicovita.com.pe/\(S\(nlsvvzj4deppo55f4qpxniyv\)\)/web/boletines.aspx](http://www.nicovita.com.pe/(S(nlsvvzj4deppo55f4qpxniyv))/web/boletines.aspx)

Torres D. 1991. Manual práctico de cultivo de camarón de Honduras.

Treece G, 2000. Nutrición y Manejo del Alimento. Texas A&M University, College Station, Texas USA. Pp 79

<http://www.cesasin.com.mx/CentroAmerica/4%20Nutrici%C3%B3n.pdf>

Velasco, M. (1996). Effects of dietary protein and phosphorous on aquacultural water quality. Tercer simposium internacional de nutrición acuícola. 11-13 Nov. 1996. México. Pp 1-2.

[http://www.oceandocs.org/bitstream/1834/1892/1/TRABAJO\\_SUSANA\\_NIVELES\\_DE\\_PROTEINA\\_AVANCES\\_EN\\_NUTRICION\\_ACUICOLA\\_III%5B1%5D.pdf](http://www.oceandocs.org/bitstream/1834/1892/1/TRABAJO_SUSANA_NIVELES_DE_PROTEINA_AVANCES_EN_NUTRICION_ACUICOLA_III%5B1%5D.pdf)

Vega, 2006. Informe Final de Práctica Profesional Supervisada Laboratorio de camarón blanco Litopenaeus vannamei. Universidad de San Carlos de Guatemala Centro de Estudios del Mar y Acuicultura –CEMA. Finca El Rincón del Grupo Aqua, en el departamento de Santa Rosa. Guatemala. Pp73.

[http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/24/24\\_0052.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/24/24_0052.pdf)





**Tabla de alimentación # 4: Alimento experimental al 18% de proteína.**

<b>semanas</b>	<b>Población</b>	<b>sobrevivencia %</b>	<b>Peso gr</b>	<b>Biomasa gr</b>	<b>Biomasa Lib</b>	<b>% Peso</b>	<b>Alimento al Día</b>	<b>Alimento semana l</b>	<b>F.C. A</b>
1	18	100	1,6	28,8	0,06	10	2,88	14,4	1,8
2	18	100	2,3	41,4	0,09	9	3,726	18,63	1,63
3	18	100	3	54	0,12	8	4,32	21,6	1,55
4	18	100	3,8	68,4	0,15	7	4,79	23,94	1,45
5	18	100	4,5	81	0,18	6	4,86	24,3	1,3
6	18	100	5,5	99	0,22	5	4,95	24,75	1,27

**Tabla de alimentación # 5: Alimento comercial al 25% de proteína.**

<b>semanas</b>	<b>Población</b>	<b>sobrevivencia %</b>	<b>Peso gr</b>	<b>Biomasa gr</b>	<b>Biomasa Lib</b>	<b>% Peso</b>	<b>Alimento al Día</b>	<b>Alimento semana l</b>	<b>F.C. A</b>
1	18	100	1,6	28,8	0,06	10	2,88	14,4	1,8
2	18	100	2,1	37,8	0,08	9	3,402	17,01	1,6
3	18	100	2,7	48,6	0,11	8	3,89	19,44	1,5
4	18	100	3,3	59,4	0,13	7	4,158	20,79	1,4
5	18	100	4,1	73,8	0,16	6	4,43	22,14	1,3
6	18	100	5	90	0,20	5	4,5	22,5	1,27

## Parámetros poblacionales:

### Dispositivo Experimental:



Dispositivo experimental, observe la distribución de los tratamientos y repeticiones

### Pesaje de los organismos:



Balanza Gramera utilizada para pesar los camarones

### Proceso de pesado en la Balanza gramera



## Factores físico-químicos



**Medición del  
Oxígeno Disuelto  
y Temperatura**



**Técnica para la medición  
de la Salinidad**



**Uso del pHmetro**



**Alimento Comercial al  
25% de proteína.**



**Alimento Experimental  
al 18% de proteína.**

