

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua  
UNAN-León  
Facultad de Ciencias y Tecnología  
Departamento de Biología  
Carrera de Ingeniería Acuícola



Previo para optar al título Ingeniero Acuícola

**Evaluación del crecimiento de camarones *Litopenaeus vannamei* en  
etapa de juveniles, cultivados a tres densidades de siembra:  
40 ind./m<sup>2</sup>, 60 ind./m<sup>2</sup> y 80 ind./m<sup>2</sup>.**

**Autores:**

Br. Edwin José Sequeira Araujo.  
Br. Martha Lorena Roque Salinas.

**Tutor:**

Dr. Evenor Martínez G.

**A la libertad por la Universidad**

## RESUMEN

Con este trabajo experimental se pretendió contribuir al conocimiento de las Buenas Prácticas Acuícolas del cultivo de camarones en altas densidades, en estado de juveniles, incorporando, también el uso de nuevas tecnologías. El objetivo general de nuestro estudio fue realizar una Comparación del crecimiento de los camarones *Litopenaeus vannamei* cultivados a tres densidades de siembra: 40, 60 y 80 ind/m<sup>2</sup>. Este estudio se llevó a cabo en el Laboratorio de Investigaciones Marinas y Acuícolas (LIMA) de la UNAN – León, ubicado en la comunidad de “Las Peñitas”. El experimento consistió en la utilización de tres densidades de cultivo: Una con densidad de siembra de 40 ind/m<sup>2</sup>, 60 ind/m<sup>2</sup> y 80 ind/m<sup>2</sup>. El dispositivo que se utilizó para llevar a cabo nuestra investigación consistió en tres pilas de concreto con un área de 9.5 m<sup>2</sup>. Las pilas fueron preparadas para la siembra de los organismos, los juveniles de camarón estuvieron en las pilas durante 35 días, con manejo diario del cultivo para su posterior cosecha. Según los resultados obtenidos los factores que influenciaron en el crecimiento de los camarones fueron los de pH y salinidad debido a que estos no se mantuvieron en los valores óptimos para el crecimiento de *L. vannamei*, en cuanto al crecimiento se pudo observar que éste fue mayor en las densidades de 40 ind/m<sup>2</sup> mientras que en las otras de 60 y 80 ind/m<sup>2</sup> el crecimiento fue menor. Por tanto se concluye que hubo un mayor crecimiento en la densidad de 40 ind/m<sup>2</sup> y pero obtuvo un mayor rendimiento productivo la densidad de 80 ind/m<sup>2</sup>, lo cual la calidad la obtenemos en la densidad de 40 ind/m<sup>2</sup> y la cantidad en la densidad de siembra de 80 ind/m<sup>2</sup> de juveniles de camarones.

## **DEDICATORIA**

Dedico esta Tesis a Dios y a la Virgen Santísima por haberme permitido llegar a la culminación de mi carrera.

A mis madres Ángela Moya e Hilda Araujo que con amor me han apoyado en todo momento de mi camino.

A mis tías Claudia Sequeira y Celia Sequeira, por el apoyo brindado en esta etapa de mi vida.

A mis hermanas que sigan el camino del conocimiento y que esto sea un ejemplo de que todo lo que nos proponemos se puede cumplir.

### **Edwin José Sequeira Araujo**

Dedico esta tesis a Dios Padre y a nuestra señora la Virgen Santísima por haberme regalado la vida durante todos estos años, por regalarme la oportunidad de cumplir con cada una de las metas que me he propuesto y por poner a personas maravillosas en mi camino. Les dedico la culminación de mi carrera porque sin ellos no hubiese podido realizar el sueño de convertirme en una profesional.

A mi madre Ramona Salinas por haberme apoyado en mi vida estudiantil a lo largo de estos años, por su amor y su apoyo en todos los momentos de mi vida.

A mi abuelito Carlos Salinas y a mi prima Patricia Salinas por el apoyo que me dieron, por darme aliento en los momentos más difíciles como estudiante y como persona.

A mi esposo por estos años llenos de alegría y de amor que ha compartido conmigo, por alentarme, por corregirme y por enseñarme que la vida nos puede regalar infinidad de alegrías cuando vemos de la vida el lado bueno.

A mis hermanas y hermano para que este trabajo les sirva de ejemplo que con empeño, dedicación y esfuerzo todas nuestras metas se pueden cumplir.

### **Martha Lorena Roque Salinas.**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios Nuestro Señor que nos llenó de sabiduría para saber cómo realizar nuestros sueños y cumplir nuestras metas, a la Virgen Santísima por interceder por nosotros ante nuestro Creador y permitirnos llegar a donde estamos, gracias por todos los logros que nos han permitido tener a lo largo de nuestras vidas.

A nuestras madres por habernos dado la vida y estar nosotros siempre dándonos el apoyo cuando lo hemos necesitado igualmente a mis tías que me han apoyado toda mi vida.

A nuestros profesores que con cariño y dedicación nos han ayudado con nuestra formación personal y profesional en estos cinco años, especialmente al Dr. Evenor Martínez por habernos dirigido en nuestro trabajo investigativo y Msc. Claudia Herrera por corregir nuestros errores como estudiantes y futuros profesionales y también nuestros errores como personas.

A todos nuestros compañeros los cuales siempre nos brindaron su amistad y apoyo en los buenos y malos momentos de cursar nuestra carrera, por los recuerdos tan gratos que compartimos durante nuestra formación profesional que siempre quedarán en nuestras memorias en especial a Eva, Jessica, Marvin, Gabriela, Ridder F, Ridder P, Yaris, Luis S, Luis P, y a todos nuestros amigos que nos apoyaron en el trayecto de nuestra carrera y de nuestras vidas de una u otra forma.

Para todos ellos nuestro agradecimiento.

**Martha Lorena Roque Salinas**  
**Edwin José Sequeira Araujo**

## INDICE

I.INTRODUCCIÓN.....	7
II.OBJETIVOS .....	10
2.1.General .....	10
2.2.Específicos .....	10
III.HIPOTESIS .....	11
IV.LITERATURA REVISADA .....	12
4.1.Características Biológicas de <i>Litopenaeus vannamei</i> .....	12
4.2.Certificaciones del camarón en laboratorio .....	14
4.3.Sistemas de producción .....	14
4.3.1.Cultivo Artesanal: .....	14
4.3.2.Cultivo Extensivo: .....	15
4.3.3.Cultivo Semi-Intensivo: .....	15
4.3.4.Sistemas Intensivos: .....	15
4.3.5.Sistema de cultivo súper intensivo .....	16
4.3.6.Sistema trifásico:.....	17
4.4.Enfermedades y medidas de control en el cultivo de camarón .....	19
4.5.Bioseguridad en el cultivo de camarón .....	21
4.6.Calidad de agua .....	22
4.6.1.Buenas Prácticas de Manejo (BPM) para el monitoreo de la calidad del agua .....	23
4.7.Factores físico-químicos .....	23
4.7.1.Oxígeno Disuelto.....	24
4.7.2. pH .....	26
4.7.3.Salinidad.....	28
4.7.4.Temperatura .....	29
4.8.Alimento .....	31

4.8.1. Características del alimento, porcentaje de proteína en el alimento y fuentes de proteína .....	31
4.8.2. Tabla de alimentación .....	33
4.8.3. Diferentes Métodos de Aplicación del Alimentación .....	33
4.8.4. Factor de Conversión Alimenticia.....	35
4.8.5. Factores que tienen Influencia sobre el alimento .....	35
4.8.5.1. Nutrición .....	35
4.8.5.2. Muda.....	36
4.8.3.3. Sexo .....	36
4.8.3.4. Estrés .....	36
4.8.3.5. Densidad y Oxígeno Disuelto .....	37
4.8.3.6. Salinidad .....	37
4.8.3.7. Temperatura.....	37
4.8.3.8. Talla y Edad.....	38
4.8.3.9. Sistema Endocrino .....	38
4.8.3.10. Enfermedades.....	38
4.8.6. Buenas Prácticas de Manejo (BPM) para el manejo del alimento.....	39
4.9. Parámetros poblacionales .....	40
4.9.1. Crecimiento Acumulado.....	40
4.9.2. Ritmo de Crecimiento.....	40
4.9.3. Tasa de Crecimiento .....	41
4.9.4. Supervivencia .....	41
4.9.5. Rendimiento productivo .....	42
4.9.6. Factor de Conversión Alimenticia (F.C.A).....	42
V. MATERIALES Y METODOS .....	43
5.1. Localización.....	43
5.2. Dispositivo experimental .....	43

5.3.Diseño del Experimento .....	43
5.4.Preparación de las pilas .....	44
5.5.Acclimatación y Siembra .....	44
5.6.Alimentación.....	45
5.7.Monitoreo de los Factores Físico químicos.....	45
5.7.1. pH .....	45
5.7.2.Salinidad.....	45
5.7.3.Temperatura .....	45
5.8.Parámetros Poblacionales .....	46
5.8.1.Crecimiento acumulado .....	46
5.8.2.Ritmos de crecimiento.....	46
5.8.3.Tasa de Crecimiento .....	46
5.8.4.Sobrevivencia .....	46
5.8.5.Factor de Conversión Alimenticia.....	47
5.8.6.Rendimiento productivo .....	47
5.9.Manejo de la información .....	47
VI.RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	49
6.1.Factores físico-químicos .....	49
6.2.Parámetros poblacionales .....	52
6.2.3.Tasa de crecimiento .....	54
6.2.4.Sobrevivencia .....	55
6.2.5.Factor conversión alimentos .....	56
6.2.6.Rendimiento productivo .....	57
VII.CONCLUSIÓN.....	58
VIII.RECOMENDACIONES.....	59
IX.BIBLIOGRAFIA.....	60
X.ANEXOS.....	64

## I. INTRODUCCIÓN

La acuicultura desde hace años se ha convertido en uno de los rubros más importantes a nivel mundial, por ello, la FAO en su reciente informe titulado “El Estado Actual de la Pesca y la Acuicultura 2010”, considera que esta actividad es la de mayor crecimiento en la producción de alimentos de origen animal en el mundo. (Moreno, 2011)

La camaronicultura es una actividad de mucha importancia económica para los países de extrema pobreza, puesto que es un empuje para el desarrollo. Por lo tanto, representa una importante fuente de empleo, ingresos fiscales y divisas para los países en desarrollo, que producen un alto porcentaje de todo el camarón procedente de la acuicultura. (Newmark et al, 2009)

Nicaragua en el primer semestre de 2011, tuvo un ingreso del rubro del camarón de 23.8 millones de dólares. (Guerrero, 2011)

Nicaragua al tener ingresos millonarios procedentes del camarón, los productores han invirtiendo en tecnologías que le ayuden a mejorar la producción del camarón.

La inversión en tecnología nueva se debe a que durante muchos años las enfermedades han atacado el cultivo de camarón dejando grandes pérdidas a los productores de dicho rubro. El problema de las enfermedades vírales ha sido superado gracias al desarrollo de tecnología de cultivo en sistema intensivo, que involucraba una mejora en el manejo del agua (estricto control de la dinámica, bajo recambio o sólo cuando era necesario) y suelo del estanque; además de la implementación de sistemas de tratamiento de agua mediante reservorio y modificación de las estructuras de los estanques reduciendo su tamaño en área desde 0.5 a 2 ha, densidades de 50 camarones/m<sup>2</sup> adicionado a la aireación, fertilización y constante capacitación e interrelación del personal operativo que labora en las camaroneras.



En el cultivo intensivo, todas las etapas del ciclo vital del camarón suceden en cautiverio, manejándose distintas densidades de individuos por metro cuadrado hasta alcanzar la talla comercial.

La primera fase del cultivo intensivo es la producción de post-larvas, donde se alimenta a la post-larva con alimento natural complementando la alimentación con alimento artificial molido. (Anónimo 1)

La siguiente fase es la de pre-engorda, que se realiza en estanques de raceways, en donde se les proporciona alimento balanceado, variando la dosis de acuerdo al tamaño de los organismos.

La etapa final es la fase de engorda, que se lleva a cabo en estanques de raceway agregando el alimento balanceado rico en proteínas. (Anónimo 1)

Además el uso de raceways ha sido beneficioso ya que permite que los juveniles obtenidos sean de un tamaño uniforme, y que estén acostumbrados a ingerir alimento balanceado. (Anónimo 1)

La implementación de las Buenas Prácticas de Manejo en la explotación acuícola, genera ventajas como el mejoramiento de la calidad sanitaria y de la inocuidad de los productos obtenidos en las explotaciones y facilita las relaciones de los acuicultores con las autoridades sanitarias, ya que al comprometerse la empresa en la implementación y el cumplimiento de las Buenas prácticas sanitarias y el control de procesos, asegura así la calidad sanitaria y la inocuidad de los productos obtenidos, que es el principal objetivo que deben poseer las políticas de alimentos de cualquier gobierno. (Villanueva et al, 2007)

Es por ello que cada granja debe de contar con un plan de operaciones, en el cual deben ser actualizadas aquellas medidas y procesos efectuados que han logrado un incremento en el proceso productivo. El plan operativo debe de contemplar la proyección de inicio y fin de ciclo, densidades de siembra, curvas

de crecimiento y peso a cosechar, mortalidad esperada, tablas de alimentación, comportamiento de los parámetros físicos y químicos, factor de conversión de alimento y demás conceptos involucrados en los costos de producción.

Cada granja deberá contar con una bitácora general y por estanque, con formatos donde se lleve el registro de todos los eventos involucrados en la producción, mediante los cuales se puede estimar el comportamiento e interacción de los mismos. (Martínez y Herrera, 2009).

Los productores enfrentan una problemática, que es no saber con exactitud que densidad de siembra es la mejor, con las que se pudieran obtener mejores rendimientos productivos en el sistema intensivo, sobrevivencia y factor de conversión alimenticia, esto debido a que el sistema es novedoso en nuestro país y los protocolos que se están utilizando en el cultivo de camarón no están adaptados para las condiciones climáticas del país y por lo consiguiente a las enfermedades que el productor pueda enfrentar durante el ciclo de cultivo del camarón, es por ello que nuestro trabajo investigativo pretende dar una propuesta al productor para el mejoramiento de su producción a través de una densidad óptima para el cultivo del camarón.

## II. OBJETIVOS

### II.1. General

Evaluar el crecimiento de camarones *Litopenaeus vannamei* etapa de juveniles, a tres densidades de siembra utilizando un sistema de producción intensivo.

### II.2. Específicos

1. Determinar la relación entre los factores físico químicos del agua (pH, Salinidad y Temperatura) y el crecimiento de los camarones *Litopenaeus vannamei* en las tres condiciones experimentales.
2. Comparar el crecimiento acumulado, ritmo de crecimiento y la tasa de crecimiento instantánea de los camarones blancos del pacífico en las tres densidades experimentales.
3. Calcular la sobrevivencia, rendimiento productivo, factor de conversión alimenticia de los camarones en las tres condiciones experimentales.

### III. HIPOTESIS

Ho: La densidad de siembra de 40, 60 y 80 juveniles de camarón blanco L. vannamei /m<sup>2</sup> no tienen diferencias con respecto a su crecimiento acumulado.

H1: La densidad de siembra de 40, 60 y 80 juveniles de camarón blanco L. vannamei /m<sup>2</sup> si tienen diferencias con respecto a su crecimiento acumulado.

## IV. LITERATURA REVISADA

### 4.1. Características Biológicas de *Litopenaeus vannamei*

El camarón blanco es nativo de la costa oriental del Océano Pacífico, desde Sonora, México al Norte, hacia Centro y Sudamérica hasta Tumbes en Perú, en aguas cuya temperatura es normalmente superior a 20 °C durante todo el año. (Anónimo 2)

Los camarones son animales invertebrados pertenecientes al grupo de los crustáceos, crecen por medio de mudas sucesivas a lo largo de su ciclo de vida, y presentan metamorfosis durante su primera fase de vida llamada fase larval.

En cuanto a sus características biológicas, el cultivo de camarón se realiza en dos grandes procesos: producción de semilla y engorde. Al primero se le denomina hatchery y comprende el desarrollo de las diversas fases de larva y post-larvas.

El ciclo de vida de los camarones en los laboratorios comienza desde la captura de los padrotes de un medio artificial, se los capturará durante el proceso de cosecha de las piscinas de engorde, vivos, sin causarles estrés, seleccionando los más sanos y grandes, machos y hembras son transportados adecuadamente para ser sembrados en las piscinas de reproductores que deberán ser construidas para el efecto y donde permanecerán bajo un proceso orgánico, hasta que lleguen a su edad de madurez.

Al llegar a la edad de madurez son capturados y transportados a las salas de Maduración donde permanecerán hasta que logren su madurez sexual y se logre la ovación de las hembras, ya sea por cópula natural o inseminación artificial, siendo preferible la primera de las nombradas. Las hembras y machos no deberán ser sometidos más de tres veces, como máximo a este proceso, luego del cual, también se someterán a los análisis de PCR para cada una de estas hembras, luego del desove, para determinar si están libres de virus

(White Spot, Baculo Virus e IHHNV, entre otros), también se les analiza para determinar que están libres de bacterias patógenas y de parásitos protozoarios. Luego del desove de las hembras se debe contar con un Protocolo de Trabajo que permita a más de una cría orgánica (sólo con productos naturales) brindar un ambiente casi totalmente similar al ambiente natural. Para ello, la ubicación de los Laboratorios es totalmente alejada de los sitios de contaminación del aire y el agua a utilizar. (Villamar, 2004)

El desove ocurre en un laboratorio que utiliza tanques de 8 a 15 toneladas de capacidad, donde se siembran de 80 a 150 nauplios por litro de agua de mar, con una sobrevivencia entre 50% y 70%. (Villamar, 2004)

Los nauplios deberán ser aclimatados antes de la siembra y se dejará una muestra de 100 animales en 1 Litro de agua por 48 horas a la temperatura ambiente y sin algas, para ver su estado.

Los nauplios no requieren alimentación, sino que se nutren de su reserva embrionaria. (Anónimo 3)

La temperatura máxima para las cría oscila entre 31°C y la mínima de 29°C, para los tres primeros estadíos, luego en post-larvas, a temperatura ambiente. Estos nauplios deberán ser debidamente certificados de que están exentos o libres de patógenos mediante los análisis y controles respectivos de PCR y microbiológicos practicados a los padrotes que dieron origen a los nauplios.

Tanto los padrotes como los nauplios y las larvas deben ser exclusivamente de producción nacional, debidamente certificados por los organismos respectivos para asegurar que no existe el ingreso de patógenos foráneos a los ambientes de cría.

Se suministrarán algas de principio a fin y la cantidad de Artemia suministrada es el equivalente a 10 libras mínimo en todo el proceso, para 1 000 000 de larvas. Se realizarán chequeos periódicos en los estadíos críticos, esto es Zoea 3 – Mysis 1; Mysis 3; Postlarva 1 y Post-larva 4 y 6, para comprobar que no existe un desfase normal. En caso contrario, esa larva no deberá ser utilizada.

También en post larva 8 se deben realizar un PCR y análisis microbiológico, a fin de determinar que la larva está exenta de patógenos. Se debe observar al microscopio el desarrollo de las branquias, contenido del estómago y tubo digestivo, necrosis en el exoesqueleto, coloración exterior, colita roja, cantidad de lípidos en estómago y tubo digestivo, nado, etc. Esto para determinar la normalidad del proceso.

Se le debe practicar en este estadio y antes de la cosecha, una prueba de estrés, colocando unos 100 animalitos en 1 Litro de aguadulce durante 30 minutos y luego cosecharlos para depositarlos en 1 Litro de agua salada, igual a la de cría, por 30 minutos más. Terminado el proceso, se observa un mínimo de 80% de sobrevivencia en caso contrario, no se recibirá dicha larva. (Villamar, 2004)

#### **4.2. Certificaciones del camarón en laboratorio**

Se han utilizado poblaciones domesticadas de SPF/SPR de L. vannamei que muestran incremento en la resistencia a TSV y WSSV. La resistencia a TSV es usada como un criterio para la selección y desarrollo de líneas nuevas de poblaciones de Litopenaeus vannamei.

En experimentos de laboratorio y de campo donde el virus es enzoótico, las líneas mejoradas muestran ventajas significativas de sobrevivencia frente a las poblaciones no seleccionadas (Lotz y Lightner 1999).

Los esfuerzos iniciales por seleccionar y criar líneas resistentes a TSV de L. vannamei han incrementado y mejorado los rendimientos de cosecha y sobrevivencia del 20 al 40%. Algunas líneas de L. vannamei son altamente resistentes a TSV, logrando sobrevivencias mayores del 90% en estudios de laboratorios (Wyban 2000) y mejorando la sobrevivencia en regiones donde el virus es enzoótico.

#### **4.3. Sistemas de producción**

Nicaragua cuenta con un clima tropical subhúmedo con una estación seca que va de los meses de Diciembre a Abril y una estación lluviosa de Mayo a

Noviembre.

La principal zona de cultivo del camarón es el complejo estuarino del Estero Real, ubicado en el Departamento de Chinandega, a una distancia de 170 Km. de Managua. Este complejo estuarino tiene un recorrido de 137 Km. y desemboca en el Golfo de Fonseca, su cuenca hidrográfica cuenta con una extensión aproximada de 3,767 Km<sup>2</sup>. En él se concentra el área con mayor potencial para el cultivo del camarón con 39.250 hectáreas. (Mathiesen, 2012) En Nicaragua existen 4 sistemas de producción: el intensivo, el semi-intensivo, el extensivo, el hiper-intensivo y el artesanal.

**4.3.1. Cultivo Artesanal:**Bajo esta modalidad de cultivo prevalece el sistema de encierros, los tamaños de estos varían de 20 a 100 hectáreas. Este cultivo depende de las lluvias y de las mareas para su recambio de agua. Las densidades de siembra son muy bajas (varían de 3 a 4 post larvas/m<sup>2</sup>) y el alimento para las post-larvas es natural del agua.

Este sistema se aplica en granjas construidas a pala con muros que alcanzan un metro de altura. (MIFIC, 2008)

**4.3.2. Cultivo Extensivo:**Los estanques tienen una superficie de 25 a 50 hectáreas, son mejor construidos con la ayuda de tractores y sus muros alcanzan alturas superiores a 1.5 m. Se utiliza equipo de bombeo para mantener el nivel de agua y reponer las pérdidas por evaporación o filtración. Sus rendimientos dependen de la productividad natural del agua, que se mantiene con el uso de fertilizante inorgánico. Su densidad de siembra oscila entre 8 a 10 post larvas/m<sup>2</sup>. Se utiliza alimento balanceado suplementario durante el último mes de cultivo.

**4.3.3. Cultivo Semi-Intensivo:**En este sistema de cultivo se reduce el tamaño de los estanques con superficies desde 5 a 25 hectáreas. Las densidades de siembra varían entre 14 a 20 pls/m<sup>2</sup> con siembra directa. La dieta se basa en



alimento artificial balanceado y la oxigenación se mejora con una tasa de recambio diario de agua que varía entre 10% y 20%.

Se han dado algunas variantes a este sistema en búsqueda de solución a la problemática de las enfermedades que afectan al camarón. Los cambios se relacionan con disminuir la tasa de siembra a densidades menores a 10 pls/m<sup>2</sup>, recambios menores o ninguno de agua durante el ciclo y en algunos casos se intenta agregar aireación. (MIFIC, 2008)

**4.3.4. Sistemas Intensivos:** Las granjas intensivas comúnmente se ubican fuera de las áreas intermareales, donde los estanques puedan drenarse totalmente, secarse y prepararse antes de cada ciclo. cada vez más se ubican lejos del mar, en tierras más baratas y de baja salinidad.

El cultivo intensivo se caracteriza por tener estanques pequeños que varían mayormente entre 0.5 a 2.0 hectáreas. Los fondos de estos estanques son de tierra y muy pocos tienen recubrimiento de geomembranas (liners). Los liners se usan en lugares donde hay excesiva filtración tales como los suelos arenosos. (Nicovita, 2005)

La densidad de siembra es de 50 a 300 juveniles/m<sup>2</sup>. La alimentación se suministra 4 veces al día. Con un manejo adecuado después de 4 meses se podría alcanzar pesos promedios de 12 a 14 gramos para cosechar.

El factor de conversión alimenticio (FCA) es en una relación de 2.7-1 de kg. de alimento. (Hsien-Tsang y Arguillón, 2008)

Varios grupos de investigación han estudiado el cultivo intensivo de camarones *Litopeneidos* en sistemas tipo "raceways" (de canal abierto).

Hay varios diseños de "raceways" y se manejan ya sea como sistemas cerrados o como sistemas semi-cerrados o semi-abiertos.

Los esfuerzos se han concentrado en este tipo de sistema ya que requiere de una inversión de capital significativamente menor que los sistemas cerrados y

súper-intensivos. (Robertson, Samochal y Gregg, 1992)

El alimento es la base para los niveles altos de producción de camarón en cultivo intensivo. Sin embargo, el camarón no come todo el alimento que se le provee y solamente una porción del alimento consumido es convertida a carne de camarón. La alimentación se basa en dietas artificiales suministradas 4 a 5 veces diarias.

Desde la irrupción de síndromes virales, se ha generalizado el uso de cepas domesticadas libres o resistentes de patógenos específicos (SPF) o (SPR) respectivamente; la implementación de medidas de bioseguridad y sistemas de bajo recambio de agua. Sin embargo la alimentación, la calidad y recambio del agua, aireación y el florecimiento del fitoplancton requieren de un cuidadoso monitoreo y manejo.

Los rendimientos de la producción varían entre 7 y 20,000 kg/ha/cosecha, pudiéndose lograr de 2 a 3 cosechas por año, con un máximo de 30 a 35,000 kg/ha/cosecha. (Wyban, 2000)

**4.3.5.** Sistema de cultivo súper intensivo: la densidad de siembra es de 300 a más juveniles/ m<sup>2</sup>. Se necesitan de 8-10 aireadores por hectárea. El alimento se suministra 4 veces al día y manteniendo un adecuado manejo, a los 4 meses se podría alcanzar pesos promedio de 12 gramos para cosechar. El factor de conversión alimenticia (FCA) en una relación de 2.8-1.

Las temperaturas óptimas para su crecimiento y desarrollo son entre 23 - 30°C. Se estiman sobrevivencias del 83%, con una talla final de 14 gramos promedios en los tres meses de cultivo.

Las tecnologías de producción del cultivo de camarón existentes permiten el desarrollo y aprovechamiento en forma eficiente, biosegura y sustentable, brindando una de las grandes ventajas de este sistema, que es permitir duplicar, triplicar o producir las toneladas que se requiera en el mercado. (Hsien-Tsang y Arguillón, 2008)

**4.3.6. Sistema trifásico:** El cultivo de camarón marino en Nicaragua, ha mostrado un progreso notable en los últimos años debido al uso de tecnología innovadora que ha sido sucesivamente aplicada a la actividad. Entre ellos se destaca el sistema de cultivo trifásico siendo este el más reciente.

Shpigilet *al.*, 1993; propusieron el uso de sistema trifásico para mejorar el efluente del cultivo marino y brindar un ambiente casi totalmente similar al ambiente natural respecto a los factores físico-químicos. Para ello, la ubicación de estos laboratorios debe ser totalmente alejada de los sitios de contaminación del aire y el agua a utilizar. Contar con una infraestructura apropiada y con todos los elementos indispensables para un adecuado proceso.

El trifásico se implementa mediante el cumplimiento de tres fases las cuales son:

➤ Primera Fase: Estado Larvario

Las post-larvas de camarón (pls 12 aproximadamente) son aclimatadas y sembradas en invernadero (con estanques en forma de raceways o circulares cubiertos con una malla negra) de los cuales se llevan hasta alcanzar un peso de 2 gramos en un periodo de tiempo de 30 días, la densidad en la que se encuentran pueden ser de hasta 200 pls/m<sup>2</sup>.

➤ Segunda Fase: Estanque para Pre-engorda de camarones

En estos estanques se alojan camarones juveniles de 2 gramos una vez que son traídos de los estanques de etapa larvaria, se aclimatan con las condiciones fisicoquímicas que posee el agua de mar suministrada a los raceways de pre-engorde con dimensiones más grandes (8m x 50m máximo) pero sin estar cubiertos con la malla negra. Se les suministra alimento procesado en forma granulada, hasta que se logran desarrollar a un tamaño de 6 gramos en un periodo de 30 días, pueden ser sembrados a densidad de 60 camarones/m<sup>2</sup>.

Estos estanques son capaces de alojar 192 metros cúbicos de agua, están

provistos de tal forma que se facilite su alimentación continuamente. En esta área se encuentran cuatro estanques contruidos por parejas.

El proceso de pre cría en los raceways, sirve para poder mantener un mejor control de los animales antes de la siembra en los estanques de engorde, así como también, para poder desinfectarlos, bio-estimularlos, mejorar su nutrición y aclimatarlos a su nuevo hábitat, paulatinamente. A finalizar este proceso, se cuantifica el número de animales existentes para determinar la población de siembra en las piscinas. (Piedrahita, 2003)

#### ➤ Tercera Fase: Estanques para Engorda de camarón

En esta fase los camarones que habían sido llevados a un peso de 6 gramos son trasladados a los estanques de engorda para ser llevados al peso deseado para su comercialización, puede tener un periodo de tiempo de hasta 3 meses y medio.

En estos estanques se alojan camarones ya desarrollados una vez que son traídos de los estanques de etapa de pre-engorda, se aclimatan con las condiciones fisicoquímicas que posee el agua de mar suministrada. Se les suministra alimento procesado "pellet" hasta lograr un camarón adulto y de gran tamaño. Suponiendo que en total de un ciclo hayan sobrevivido 50,000 organismos con 10 gramos resultaría la cosecha de 500 Kg. de camarón listos para su venta.

#### Ventajas del sistema cultivo trifásico

- Posee una reducción de costos económicos mayor que el del sistema de cultivo tradicional.
- Tienen la ventaja de reducir el tiempo de cultivo, aumentando la rotatividad de los estanques y por consiguiente el aumento de la producción.
- En el sistema trifásico en sus dos primeras fases se tiene a los organismos en un espacio mucho más reducido que en el sistema tradicional y

por eso se obtiene valores más certeros de sobrevivencia, peso y utilización del alimento que representa uno de los mayores costos del cultivo.

- Los impactos ambientales se reducen ya que las descargas debido al recambio de agua disminuyen por la mejor utilización del alimento y el menor uso de fertilizantes y demás insumos que aumenta la materia en suspensión a la hora de recambio.
  
- Aumenta el rendimiento productivo con respecto al sistema tradicional. (Piedrahita, 2003)

#### **4.4. Enfermedades y medidas de control en el cultivo de camarón**

La enfermedad en el cultivo del camarón puede ser definida como un factor o condición biótica o abiótica que afecta adversamente los resultados del cultivo (Lightner 1996). Las enfermedades bióticas son aquellas que tienen a agentes vivos como su causa, mientras que las abióticas son causadas por extremos físicos o ambientales (sobresaturación de nitrógeno, temperatura, condiciones hipóxicas, extremos de pH, etc.), químicos tóxicos, pesticidas, etc., deficiencias y desequilibrios nutricionales, manejo inapropiado, etc. Las enfermedades bióticas son de origen infeccioso y no infeccioso y la lista de éstas no es tan diferente a la que afecta a otros animales.

Algunas de las enfermedades que más afectan el cultivo del camarón en Nicaragua son:

- Síndrome Mancha blanca (WSD); también conocida como WSBV o WSSV:

Síntomas: El camarón severamente infectado manifiesta reducción en el consumo de alimentos, letargo; alta mortalidad, hasta del 100 por ciento entre 3 y 10 días a partir de la manifestación de signos clínicos; cutículas sueltas con manchas blancas de 0,5–2,0 mm de diámetro, más evidentes dentro del caparazón; el camarón moribundo muestra coloración entre rosada y rojiza-café debido a la expansión de cromatóforos cuticulares y escasas manchas blancas. (Lightner 1996)

Medidas de prevención: Uso de cepas libres de patógenos específicos (SPF); lavar y desinfectar los huevos/nauplios con iodo, formalina; tamizar y separar los reproductores, los nauplios, las post-larvas y los juveniles; evitar cambios bruscos de calidad del agua; mantener temperatura del agua >30 °C; evitar el estrés; evitar uso de alimentos frescos; minimizar recambio de agua para evitar entrada de portadores de virus; tratamiento a estanques e incubadoras infectados con cloro a 30 ppm para matar el camarón infectado y a los portadores; desinfección de equipo.

- Síndrome del Taura (TS); también conocido como Virus del Síndrome de Taura (TSV) o Enfermedad de Cola Roja:

Síntomas: Ocurre durante la única muda en los juveniles a los 5 a 20 días tras la siembra, o tiene un curso crónico de varios meses; debilidad, caparazón blando, tracto digestivo vacío y expansión difusa de cromatóforos rojos en los apéndices; la mortalidad varía de 5 a 95 por ciento; los sobrevivientes pueden presentar lesiones negras y ser portadores de por vida. (Lightner 1996)

Medidas de prevención: Uso de cepas libres de patógenos específicos o resistentes a patógenos específicos; lavar y desinfectar huevos y nauplios; limpiar y desinfectar vehículos y equipo contaminado; ahuyentar aves (vectores); destruir el stock y desinfectar totalmente las instalaciones.

- Necrosis infecciosa hypodermal y hematopoyética (IHHNV), causando Síndrome de Deformidad Runt (RDS):

Síntoma: Baja mortalidad de *Litopenaeus vannamei*; resistente; pero hay una reducción en la alimentación y baja eficiencia en alimentación y crecimiento; deformaciones cuticulares (rostrum encorvado – RDS) ocurren en <30 por ciento de la población infectada, mayor variación en el peso a la cosecha final y menor precio de mercado. (Lightner 1996)

Medidas de prevención: Uso de cepas libres de patógenos específicos SPF y resistentes a patógenos específicos (SPR); lavar y desinfectar huevos y

nauplios; desinfección total de las instalaciones de cultivo para evitar la reintroducción. (Lightner 1996)

➤ **Vibriosis:**

Síntomas: En incubadora, se ve como luminiscencia en el agua y/o cuerpo del camarón; menor alimentación y alta mortandad.

En estanques, los altos niveles de vibrios se asocian con la decoloración roja del camarón (especialmente en las colas) y necrosis interna y externa; menor alimentación y mortandad crónica; una segunda infección resultado de un pobre manejo ambiental debilita al camarón, el cual es susceptible de infecciones virales.

Medidas de prevención: Desinfectar las instalaciones, equipo, agua y trabajadores; utilizar alimentos vivos libres de bacterias; cubrir tanques de cultivo con cubiertas de plástico para evitar la transferencia a los estanques.(Lightner 1996)

En estanque, prevenir con preparación apropiada; control de florecimientos algales; agua limpia y manejo de alimento; controlar la densidad de siembra y la aireación para mantener condiciones ambientales óptimas a lo largo del ciclo de cultivo.(Lightner 1996)

#### **4.5. Bioseguridad en el cultivo de camarón**

La disponibilidad de cepas libres de patógenos (SPF) y cepas resistentes a patógenos (SPR) constituyen un mecanismo para evitar enfermedades, pero también son importantes los procedimientos de bioseguridad, incluyendo:

- Secado y escarificado total del fondo de los estanques entre ciclos productivos.
- Reducción del intercambio de agua y tamizado fino de todos los ductos de abasto de agua.
- Uso de mallas anti-pajareras o de espanta-pájaros.
- Colocación de barreras alrededor de los estanques.

➤ Procedimientos sanitarios.

No existen productos químicos o medicamentos para tratar las infecciones una vez que los estanques han sido invadidos por virus, pero un buen manejo del estanque, agua, alimentos y las condiciones de salud de la población, pueden reducir su virulencia.

Todo esto se relaciona con las Buenas Prácticas de Manejo.

Las Buenas Prácticas de Manejo, en términos generales son las condiciones y prácticas operativas básicas, necesarias para la producción primaria de alimentos inocuos. Estas prácticas establecen un proceso racional y documental para asegurar la calidad de los productos, identificando con precisión los procedimientos más adecuados en la producción, transformación, transporte, preparación y aun el consumo de los alimentos.

Este es precisamente el valor de las buenas prácticas, puesto que minimizan el riesgo de que sustancias químicas, microorganismos u otros agentes biológicos en los animales generen niveles inadmisibles de residuos u otras alteraciones de la inocuidad de los alimentos, que deterioren la idoneidad de los mismos para el consumo humano.

La implementación de las Buenas Prácticas en la explotación acuícola, genera entre otras las siguientes ventajas:

- a) Mejoramiento de la calidad sanitaria y de la inocuidad de los productos obtenidos en las explotaciones.
- b) Facilita las relaciones de los acuicultores con las autoridades sanitarias, ya que al comprometerse la empresa en la implementación y el cumplimiento de las Buenas Prácticas Sanitarias y el control de procesos, asegura así la calidad sanitaria y la inocuidad de los productos obtenidos, que es el principal objetivo que deben poseer las políticas de alimentos de cualquier gobierno. (Villanueva et al, 2007)



Los proveedores, acuicultores, procesadores y los compradores comparten la responsabilidad de la calidad y de la inocuidad del camarón de cultivo. Los procedimientos de inocuidad comienzan antes de la cosecha y continúan durante la distribución del producto.

Las Buenas Prácticas Acuícolas las deben cumplir en conjunto tanto los acuicultores como los procesadores con el fin de asegurar los controles apropiados utilizados durante el crecimiento en los estanques, actividades previas a la cosecha y las operaciones de cosecha.

Las Autoridades Competentes Sanitarias son las que proporcionan la vigilancia y garantía de que el camarón se ha cultivado y procesado bajo estándares internacionales de control con el fin de proporcionar la comercialización de un producto inocuo en el país y en el mundo. (Argeñal et al, 2007)

#### **4.6. Calidad de agua**

Agua de buena calidad es aquella capaz de mantener vivo a un organismo deseado y mantener los niveles sanitarios para su desarrollo.

En un estanque son muchos los factores que entran en juego como factores físicos (temperatura, turbidez y transparencia) factores químicos (oxígeno disuelto, pH, alcalinidad, dureza y amonio). (Hernández, 2009)

En los sistemas acuícolas, los cambios en las características del agua que mejoran la producción de un cultivo deben considerarse como mejoramientos en la calidad del agua; mientras que, aquellos cambios que reducen la producción, son consecuencia de una degradación de dicha calidad. (Boyd, 2004)

Las características de “buena agua” suelen ser considerablemente diferentes para algunas especies que para otras, la calidad del agua en los estanques es el factor determinante de la producción.

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.

Es decir, 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.

Algunas características propias del agua de cultivo, limitan fuertemente la producción, como, la calidad de los minerales disueltos, el pH del agua, la alcalinidad, la dureza; que serán influenciados según el origen de la fuente de agua de abastecimiento e influida por los suelos que esta atraviesa; y por los suelos; así como por los aspectos geológicos y climáticos del sitio elegido. (Boyd y Eгна, 1997)

#### **4.6.1. Buenas Prácticas de Manejo (BPM) para el monitoreo de la calidad del agua**

- Se debe contar con un protocolo de monitoreo de los parámetros, donde esté definido cada procedimiento aplicado a la toma de cada parámetro, así como las acciones a tomar en caso de desviaciones de los rangos aceptables.
- Las medidas de calidad de agua deberán hacerse con frecuencia en todos los estanques.
- El monitoreo de los parámetros de la calidad del agua, deben hacerse con frecuencia en la entrada y la salida del estanque, lo cual provee un medio de comparación para las lecturas hechas en el tiempo.
- Las horas ideales para hacer estas medidas son temprano en la mañana y a media tarde, excepto oxígeno disuelto (OD) en la noche en casos necesarios y, disco Secchi al mediodía para reducir el reflejo del sol.

- Se deben diseñar y mantener actualizados registros de parámetros de la calidad del agua, para ser utilizados en la toma de decisiones respecto a las prácticas de mantenimiento de la calidad del agua de los estanques.
- Es importante que se mantenga un programa de calibración de equipos para así obtener resultados confiables. (Chávez e Higuera, 2003)

#### **4.7. Factores físico-químicos**

Los factores físico-químicos son aquellos que determinan una parte importante de las relaciones ambientales, relacionándose directamente con las formas de vida.

Los factores del clima tropical se refieren a las características del medio (gaseoso o aire, líquido o agua, suelo), a la salinidad, a la acidez y la alcalinidad (conocido como factor pH) y a los nutrientes, entre otros.

Los factores físicos comprenden el viento, la luz, la temperatura, la erosión y los movimientos del suelo, las corrientes marinas, las características del agua, la corriente de los ríos (tranquilos o violentos), las olas, etc.(Herrera, 2012)

##### **4.7.1. Oxígeno Disuelto**

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.

El agua fresca contiene 9.08 mg/L de oxígeno disuelto a la saturación, mientras que bajo las mismas condiciones, el agua de mar contiene 7.38 mg/L.

El oxígeno es la variable más crítica en el cultivo del camarón y especialmente en sistemas semi-intensivos, donde la disponibilidad del agua no es muy alta y donde no disponemos de aireadores.

La pérdida de oxígeno ocurre principalmente por la respiración de todos los organismos aeróbicos del estanque y la producción se hace por las algas en el momento de la fotosíntesis. Rangos a mantener entre los 4mg/L a 8mg/L. (Anónimo1, 1998).

En estanques camaroneros intensivos, un mínimo de tres mediciones deberían de realizarse a diario durante el ciclo de cultivo. Las mediciones hechas al amanecer y al atardecer normalmente proveerán información sobre los extremos diarios. Las concentraciones críticas de oxígeno disuelto usualmente ocurren en la noche y con frecuencia es deseable realizarlas en estanques con blooms densos de fitoplancton. (Herrera, 2012)

Las concentraciones de oxígeno disuelto pueden variar considerablemente con la profundidad y la ubicación. En los estanques, las concentraciones de oxígeno disuelto más bajas están usualmente a más profundidad, donde el camarón pasa la mayor parte del tiempo.

Así, las mediciones de oxígeno disuelto deberían realizarse en la parte más profunda del estanque y cerca del fondo. Se debe evitar que el sensor del oxigenometro entre en contacto con el fondo, pues se obtendrán mediciones erróneas. Lo ideal es tomar muestras a 5 cm arriba del fondo. (Boyd, 1998 citado por Herrera, 2012)

Los sistemas de acuicultura poseen cuatro fuentes principales de oxígeno:

- 1.- Fitoplancton (fotosíntesis).

- 2.- Oxígeno atmosférico (difusión).
- 3.- Oxígeno en el agua entrante (renovación de agua).
- 4.- Oxígeno a partir de los aireadores mecánicos.

El Oxígeno puede ser perdido o consumido por:

- 1.-La respiración biológica (camarones, peces, agua, lodo) (5%).
- 2.-Respiración del sedimento (Oxidación química) (50 - 55%).
- 3.-Respiración por fitoplancton (40 - 45 %).
- 3.- Difusión atmosférica.
- 4.- Efluentes (Boyd, 1992, citado por Herrera, 2009).

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 4 y 9 mg/L. Se debe evitar no solo una baja concentración, sino valores superiores a 10 mg/L, ya que esto indicaría una excesiva concentración de fitoplancton que puede producir una depleción notable de oxígeno durante la noche.

La solubilidad del Oxígeno en agua depende de la Temperatura en °C, de la presión atmosférica y de la salinidad, como sigue:

- Cuando la Temperatura en °C sube, la solubilidad del Oxígeno baja.
- Cuando la presión atmosférica baja, la solubilidad del Oxígeno baja.
- Cuando la salinidad sube, la solubilidad del oxígeno baja.

En la cría de camarones tratamos de mantener la concentración de Oxígeno, superior a 3 mg/L. Abajo de 3 mg/L, el metabolismo del camarón baja, con consecuencias negativas sobre su supervivencia y crecimiento.

La pérdida de Oxígeno ocurre principalmente por la respiración de todos los organismos aeróbicos del estanque. También por los procesos biológicos y químicos que necesitan de oxígeno y sus concentraciones deben ser lo suficientemente adecuadas para mantener un ambiente saludable de crianza para el camarón.

Los niveles críticos de Oxígeno Disuelto en el agua del estanque que están relacionados directamente con el bienestar o salud del camarón son:

**Tabla Nº 1: Rangos óptimos de Oxígeno**

Nivel de Oxígeno mg/L	Afectaciones
0 - 1.3 mg/L	Letal
1.3 – 1-7 mg/L	Letal con exposición prolongada
1.7 – 3.0 mg/L	Pobre conversión del alimento, crecimiento lento, disminución de resistencia a enfermedades si la exposición es continua.

(Herrera, 2009)

#### **4.7.2. pH**

El término se define como el logaritmo de la concentración de iones H<sup>+</sup> (protones) cambiado de signo:  $pH = -\log [H^+]$ , donde [H<sup>+</sup>] es la concentración de iones H<sup>+</sup> en moles por litro.

Se define como Ácido a una sustancia que libera iones hidrógeno H<sup>+</sup> en una solución acuosa o que acepta electrones en las reacciones químicas y una base es una sustancia que libera iones hidrófilos OH<sup>-</sup> en una solución acuosa o que cede electrones en las reacciones químicas.

Las sustancias buffer son aquellas que ofrecen resistencias a los cambios de pH cuando son ácidos o bases y son incorporados al sistema.

El rango del pH es usualmente representado con una escala que va de 0 a 14, en la cual el pH 7 indica neutralidad (ni ácido ni base), valores menores indican acidez y valores mayores indican alcalinidad. (Herrera, 2012)

En los sistemas naturales, cuando la respiración excede a la fotosíntesis se observa reducción en el pH, lo cual afecta el equilibrio  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{H}^+$ .

Los suelos ácidos suelen encontrarse en áreas costeras, principalmente en zonas de manglares ricas en sulfatos y materia orgánica. Este tipo de suelo al secarse y oxidarse baja su pH a menos de 4; esta disminución produce una alta concentración de hierro y aluminio los cuales en general son tóxicos para los organismos en cantidades de 0,5 y 0,2 ppm respectivamente.

Estos dos elementos pueden combinarse con el fósforo disminuyendo su concentración. Se ha determinado que una situación inversa se produce con la elevación del pH quedando fosfatos libres que pueden ser utilizados por las algas. (Singh, 1980 citado por Herrera, 2009)

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

- Muerte de camarones por stress.
- Poca productividad en el estanque.
- Necesidad de mayor fertilización.

Una manera de reducir la acidez en un estanque consiste en llenarlo y vaciarlo con agua repetidas veces, agregando antes del llenado final, de acuerdo con el grado de acidez del suelo, cal hidratada en cantidades que pueden variar entre 0,1 y 1 Tn/Ha; además al adicionar altas cantidades de fosfato (Simpson y Pedini, 1985 citado por Herrera, 2009).

Es beneficioso también el uso de fertilizantes inorgánicos con el fin de reducir la presencia de Carbono (C) que favorece el desarrollo de bacterias oxidantes. Este es un factor que en los ambientes acuáticos puede ser la causa de muchos fenómenos químicos y biológicos.

El pH actúa directamente en los procesos de permeabilidad de la membrana celular, actuando sobre el transporte iónico intra y extracelular, el tejido branquial es el principal afectado por la acidez del medio. Cuando los organismos son expuestos a bajos niveles de pH, la cantidad de mucus de la superficie branquial aumenta, lo cual interfiere en el intercambio gaseoso e iónico que se realiza a través de las branquias.

Por tanto un daño a nivel del balance ácido-básico sanguíneo, resulta en estrés respiratorio.

El pH del agua del estanque depende de la concentración en Oxígeno (O<sub>2</sub>) y de los demás elementos ácidos. La fotosíntesis con un consumo de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) conduce a un aumento del pH y la producción de CO<sub>2</sub> con la respiración conduce a una baja del pH.

Agua con pH de 7,0 hasta 8.5 es considerada como buena para el cultivo de camarones. Si el PH es inferior a 5 todo el tiempo, generalmente el agua contiene ácido sulfúrico de la oxidación del sedimento con sulfides. Hay que hacer un tratamiento del suelo con cal. (Herrera, 2012)

Cuando encontramos:

**Tabla Nº 2: Rangos de pH**

Condiciones de pH	Consecuencias
pH alto	Hay demasiadas algas, no fertilizar y aumentar la renovación.
pH bajo	No hay suficientes algas, encalar y luego fertilizar.

(Boyd, 1998 citado por Herrera, 2012)

Las aguas que no tiene alcalinidad y con pH inferior a 4.5, el CO<sub>2</sub> que puede estar presente no tornará más ácida esta agua, pero en presencia de ácidos orgánicos o minerales, el pH podrá caer a menos de 4.5. (Herrera, 2012)

#### **4.7.3. 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.

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 mg/L, sin embargo, la salinidad encontrada en los estanques de cría puede variar mucho, sea subir con la evaporación o bajar con la lluvia.

Los intervalos de tolerancia de la salinidad para los camarones es muy amplia y pueden sobrevivir de 0 ppm hasta 50 ppm, los organismos que soportan amplias fluctuaciones de salinidad se conocen como eurihalinos, sin embargo, el intervalo de crecimiento óptimo es de un promedio de 15 a 22 ppt.

Por otro lado, si el camarón puede vivir en agua con salinidades muy diferentes, él no puede soportar un cambio muy brusco de salinidad dentro del rango de 0 a 70 ppm.

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. (Herrera, 2012)

Un aumento en la salinidad disminuye la tasa de consumo de oxígeno en muchos organismos. Lange et al 1972, demostró que la tasa de difusión de Oxígeno en aguas salinas, varía proporcionalmente a la solubilidad del Oxígeno, esta solubilidad disminuye con el incremento en la salinidad.

La aclimatación de los camarones a una salinidad nueva, debe ser lenta y más todavía si la salinidad del medio nuevo es muy diferente del medio de donde provienen.

En un estanque tanto la salinidad como la temperatura pueden producir una

estratificación del agua, debido a que la densidad del agua sube con la salinidad. Una lluvia fuerte puede producir una capa de agua dulce más liviana sobre el agua del fondo más salada.

La salinidad alta tiene consecuencias nefastas sobre el ecosistema del estanque. El efecto que para las salinidades altas o bajas los organismos marinos deben utilizar una gran parte de su energía para equilibrar su medio interior con el exterior esto se hace en contra del crecimiento y la supervivencia.

Una salinidad alta puede afectar negativamente:

- La producción natural de los estanques.
- El crecimiento de los camarones.
- La supervivencia de los animales principalmente en el momento de la aclimatación y la siembra.
- La concentración de oxígeno del agua. (Herrera, 2012)

La salinidad tiene un efecto indirecto sobre los camarones bajando la solubilidad del oxígeno en el agua y su disponibilidad para los animales. (Herrera, 2012)

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

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

2. En los meses secos, son muy frecuentes las altas salinidades, lo cual puede incidir en un lento crecimiento de los camarones, si con los recambios no se mantienen las salinidades adecuadas, otra alternativa es el aumento del mismo

hasta en un 40% de agua por bombeo, utilizando si es necesario las dos mareas (día y noche), con la finalidad de mantener la salinidad en rangos óptimos. (Herrera, 2012)

#### **4.7.4. Temperatura**

La temperatura es el calor específico que tiene el agua de mar proveniente de las radiaciones energéticas que llegan del sol. Se entiende por calor específico, en general, la cantidad de calor necesario para aumentar en un grado centígrado la temperatura de un gramo de agua. (Anónimo 5)

La temperatura tiene un efecto muy grande sobre los procesos químicos y biológicos. En general, cuando la Temperatura sube de 10°C provoca una elevación de 2 a 3 veces de los procesos químicos y biológicos, así el camarón va a consumir 2 a 3 veces más oxígeno.

Las especies de camarón de aguas cálidas crecen mejor a temperaturas entre 25°C y 30 °C. Los procesos biológicos como crecimiento y respiración se duplican, en general por cada °C que aumenta la temperatura consume el doble de oxígeno disuelto es más crítico en temperaturas cálidas que en las frías. El crecimiento y la respiración de otros organismos que comparten el estanque, así como las reacciones químicas en su agua y suelo conforme aumentan la temperatura. Por ello los factores ambientales y en particular las variables de la calidad de agua, son más críticos conforme aumenta la temperatura (Boyd, 2004 citado por Herrera, 2009)

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

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

Es probable que en los estanques que cuenten con 1 metro promedio de profundidad, ocurra una estratificación termal. Sin embargo, esta estratificación, debido a la poca profundidad de los estanques y al viento fuerte que mueve la superficie del agua, no debe ser muy estable. Además, la temperatura alta del agua de la superficie se enfría de noche lo que aumenta su peso, y baja para mezclarse con el agua del fondo. (Herrera, 2012)

**Tabla Nº 3: Principios generales del manejo de temperatura:**

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

(Herrera, 2012)

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.

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

Las temperaturas altas y bajas afectan la solubilidad del oxígeno en el agua y

su consumo por los organismos aumentando o disminuyendo su actividad biológica. (Herrera, 2012)

#### **4.8. Alimento**

Tanto en el Hemisferio Occidental como Oriental, el uso de alimentos balanceados continúa incrementándose exitosamente tanto en los laboratorios como en operaciones de cultivo semi-intensivo e intensivo. Estos alimentos contienen una serie de suplementos vitamínicos y lípidos esenciales que suplementan la necesidad nutricional de los camarones. El contenido proteico varía de acuerdo al tamaño del camarón siendo mayor durante los estadios larvales, post-larvales y juveniles; disminuyendo este porcentaje durante el periodo de engorde.

La ración diaria de alimento para juveniles de *L. vannamei* varía desde el 25% del peso corporal hasta casi el 1.5 % del peso corporal, cuando se usa tablas de alimentación y/o con muestreadores. Pero en el caso del uso de comederos, el alimento se suministra de acuerdo a la demanda diaria del camarón en el estanque y para esto se debe colocar alimento varias veces en el día (2-4 veces). (Lim y Persyn, 1989)

##### **4.8.1. Características del alimento, porcentaje de proteína en el alimento y fuentes de proteína**

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

**Tabla N° 4: Características del tamaño del pellet y nutrición general en**

### relación al peso del camarón

<b>Características</b>	<b>Inicio 1</b>	<b>Inicio 2</b>	<b>Engorde</b>	<b>Acabado</b>
Peso del camarón (g)	0 – 0.35	0.35 -4.00	4 - 18	18 – 23
Tamaño del pellet	Fino, mediano, particulado	Pellet pequeño	Pellet medio	Pellet grande
Diámetro del pellet	0.5, 1.0, 2.0 mm	3/32 in	3/32 in	3/32 o 1/8 in
% de proteína	35	30 - 35	25 - 30	25 – 20
% de lípidos	87	8	6	5
% de fibra	3	3	3	3
% de cenizas	7	7	7	6
% de humedad	10	10	10	10
Energía bruta (Kcal/Kg)	3,500	3,500	3,200	2,800

(Martínez y Herrera, 2009)

La proteína por ser uno de los elementos más importantes en el alimento para camarón se deben tener en cuenta las fuentes de proteína como la tripsina, mientras más aminoácidos básicos tenga la proteína, la capacidad de hidrolisis será mayor y por lo tanto, la digestibilidad y la eficiencia alimenticia.

Los ingredientes cuyas proteínas son ricas en arginina, lisina e histidina son excelentes fuentes de proteína, ejemplo: harinas de pescado, de cabeza de camarón, harina de calamar, harina de krill, pasta de soya, entre otras.

Algunas vitaminas son requeridas en muy pocas concentraciones para la producción comercial de alimento (ej. Ácido ascórbico, alrededor de 100 mg/kg de materia seca), sin embargo, su inclusión es absolutamente requerida para un adecuado mantenimiento y crecimiento. En otras palabras, la reducción del requerimiento de cualquier nutriente esencial del alimento, puede resultar no solo en crecimiento lento, sino en una mortalidad substancial. (Fox, 2004)

#### **4.8.2. Tabla de alimentación**

La granja deberá contar con un programa de alimentación y tablas que muestren claramente la calidad, cantidad y periodicidad del alimento que estará dando en cada paso del proceso.

Los programas de alimentación deberán ser ajustados continuamente de acuerdo a la tabla de referencia con relación a los resultados de los muestreos de población y crecimiento (biomasa), los resultados de los consumos de las charolas, ciclo de muda, productividad del estanque, estimación de la curva de oxígeno, etc. El exceso de alimento afecta directamente la calidad de agua y genera depósitos de materia orgánica en el suelo, incrementa el Factor de conversión de alimento y todo esto repercute en el costo de la operación.

Bases para la creación de tabla de alimentación para *Litopenaeus vannamei* en porcentajes de la biomasa corporal, alimentando diariamente bajo condiciones Extensivo tecnificado y Semi-intensivas

#### **4.8.3. Diferentes Métodos de Aplicación del Alimentación**

➤ Voleo: Para alimentar al voleo se debe tener en cuenta la profundidad del estanque, los canales interiores de drenaje, ubicación de “mesetas”; de esta manera se evitara volear alimento en las partes someras (30-50 cm. de profundidad), donde no llegarán los camarones durante el día debido al calentamiento del agua por los rayos solares. Se debe evitar regar alimento en partes donde se van a acumular desechos tóxicos, y sedimentos anaeróbicos como los canales o zanjas interiores. (Nicovita, 1998)

Alimentando de esta manera al camarón la cantidad de alimento que se le ofrece al animal es idónea para obtener la mejor respuesta de crecimiento, con una ración necesaria. (Martínez y Herrera, 2009). El método más utilizado actualmente para alimentar camarones en cultivos de mediano rendimiento es la adición de alimento a las unidades de producción por voleo, lo cual implica tener que distribuir el alimento de tal manera que cubra por lo menos un 80% de la superficie alimentada.

➤ Charola o comedero: es un dispositivo diseñado para contener alimento, su tamaño puede variar entre 0.50 y 0.80 cm de diámetro, debiendo permitir el fácil y completo acceso de los camarones. Cada comedero debe reunir ciertas características básicas que permitan su adecuado manejo, entre los principales tenemos:

➤ Maniobrabilidad para una rápida medición del alimento sobrante y un peso adecuado que posibilite su monitoreo.

➤ La instalación difiere con relación al sistema de producción empleado, para los cultivos intensivos se recomienda instalarlos a partir del primer muestreo de crecimiento, generalmente entre los 20 y 30 días posteriores de la siembra. (Martínez y Herrera, 2009)

La charola de alimentación es un instrumento que se utiliza ampliamente para la supervisión del alimento en los estanques de camarón. Existen varios factores que determinan el uso correcto de las charolas.

El uso de charolas es utilizado para estimar la cantidad de alimento consumido por el camarón en cultivo intensivo. La colocación de alimento en exceso en las bandejas nos brinda la oportunidad de determinar la tasa de consumo por medio del sobrante. (Nicovita, 1998)

Los comederos, permiten monitorear cada cierto tiempo el consumo de alimento y ajustar su cantidad diaria de la distribución del estanque día tras día, sí está siendo consumidos por los camarones bajo cualquier circunstancia y durante todo el ciclo de cultivo proporcionando además un mejor control sobre la población de camarones cultivados (estado biológico, detección temprana de enfermedades, biomasa).

Cada comedero debe reunir ciertas características básicas que permitan su adecuado manejo, entre los principales tenemos:



- Maniobrabilidad para una rápida medición del alimento sobrante y un peso adecuado que posibilite su monitoreo.
- La instalación difiere con relación al sistema de producción empleado, para los cultivos intensivos se recomienda instalarlos a partir del primer muestreo de crecimiento, generalmente entre los 20 y 30 días posteriores de la siembra. (Martínez y Herrera, 2009).

Los comederos deben distribuirse en el estanque en la zona de buenas características de profundidad (0.8m o más). Se deben considerar también la distribución de los comederos de acuerdo a la dinámica del estanque, colocando un mayor número en la zonas de profundidad, la cantidad de comederos utilizados pueda aumentar dependiendo de la habilidad que tenga el productor para monitorear el consumo de alimento, generalmente se recomienda se utilicen de 6 a 8 comederos por hectárea y en ellos un total del 3% del alimento suministrado en el estanque. (Martínez y Herrera, 2009)

#### **4.8.4. Factor de Conversión Alimenticia**

Se entiende por factor de conversión alimenticia la relación que se presenta entre la cantidad de alimento proporcionado contra el peso de los animales que se cultivan; y en el cultivo extensivo se han llegado a obtener relaciones de 1:1.5, es decir que para producir una libra de camarón, se emplean 1.5 libras de alimento balanceado y peletizado. (Nicovita, 1997)

#### **4.8.5. Factores que tienen Influencia sobre el alimento**

##### **4.8.5.1. Nutrición**

El estado nutricional es uno de los factores más determinantes en el crecimiento de los crustáceos.

La energía es obtenida a partir de los macronutrientes (proteínas, lípidos y carbohidratos); los aminoácidos que forman las proteínas son esencialmente utilizados por los organismos para la formación de tejidos y hormonas. Los lípidos y carbohidratos en cambio son utilizados principalmente para la obtención de energía (Lehninger, 1995; Martínez-Porchas, 2005. citado por

Martínez-Córdova, 2009).

La cantidad y calidad de los nutrientes ingeridos, tienen un efecto directo sobre el crecimiento. Si el alimento tiene alta cantidad de energía y poca proteína, el organismo cubrirá sus necesidades energéticas pero no tendrá sustrato suficiente para formar tejido y estructuras.

Por otro lado, si hay una gran cantidad de proteína y poca energía el organismo no tendrá suficiente energía para realizar sus funciones fundamentales y la obtendrá a partir de los aminoácidos, lo cual es menos redituable en términos costo-beneficio ya que se necesita una mayor cantidad de ATP para obtener energía de estos compuestos (Dokken, 1987; Lehninger, 1995. citado por Martínez-Córdova, 2009).

La calidad de los nutrientes también juega un papel importante; si la calidad de los lípidos y carbohidratos no es la óptima, las células tomarán energía de los aminoácidos destinados al crecimiento.

Por otra parte, si la proteína no tiene el perfil adecuado de aminoácidos, parte de ellos serán utilizados como energía y no como sustrato para crecimiento (Fuller y col, 1977; Company y col, 1999. citado por Martínez-Córdova, 2009).

Además del requerimiento de macro nutrientes, también existe un requerimiento por micro nutriente como vitaminas y mineral; una dieta deficiente en determinados minerales esenciales tendrá un efecto negativo sobre el crecimiento, al igual que una inadecuada proporción entre distintas vitaminas y minerales (D'abramo y col, 1997; Watanabe y col, 1997. citado por Martínez-Córdova, 2009).

#### **4.8.5.2. Muda**

La muda o ecdisis, es un proceso del crecimiento que ocurre exclusivamente en crustáceos. Los crustáceos deben mudar su exoesqueleto para poder aumentar de talla, ya que no pueden crecer más allá de los límites impuestos

por dicho exoesqueleto.

Durante esta etapa, el animal destina una gran cantidad de energía a este proceso, la cual es utilizada para la formación de un nuevo exoesqueleto, y por otra parte, los organismos no se alimentan debido a que sus estructuras trituradoras se encuentran “blandas” y es imposible utilizarlas, por lo que el organismo toma de sus reservas energéticas exclusivamente para la formación del nuevo exoesqueleto y para cubrir la demanda energética del metabolismo basal (Devaraj y Natarajan, 2006. citado por Martínez-Córdova, 2009).

#### **4.8.3.3. Sexo**

El sexo es un factor que tiene que ver con la tasa de crecimiento. En algunas especies, el macho cuenta con una tasa de crecimiento más acelerada que la hembra, debido a que la hembra destina una mayor cantidad de energía en la producción de gametos y vitelogenina para propósitos de reproducción (Lucas, 1996. citado por Martínez-Córdova, 2009). Sin embargo, en otros organismos sucede lo contrario, y es la hembra quien presenta mayores dimensiones corporales (Pruder, 2000. citado por Martínez-Córdova, 2009).

#### **4.8.3.4. Estrés**

El estrés ambiental afecta significativamente la utilización y flujo de energía en un organismo debido a que hay un efecto directo sobre su metabolismo. El estrés generalmente se presenta en sistemas de cultivo, ya que los organismos están expuestos a condiciones variables de varios parámetros, como por ejemplo: temperatura, salinidad, OD, densidad, metabolitos tóxicos, entre otros (Beamish, y col, 1996; Davis y McEntire, 2009. citado por Martínez-Córdova, 2009).

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

El estrés provoca un aumento significativo en la demanda energética debido al aumento en el metabolismo y a las reacciones de alarma que emite el sistema nervioso al percibir un estado de estrés.

#### **4.8.3.5. Densidad y Oxígeno Disuelto**

El problema de la densidad se presenta solo bajo condiciones de cultivo, al haber un elevado número de organismos por unidad de volumen hay un mayor consumo de oxígeno y de alimento, mayor producción de metabolitos tóxicos y menor espacio entre organismos; esto conlleva estrés al organismo, lo cual representa un aumento adicional a la demanda energética, afectando negativamente el crecimiento (Costas y col, 2007. citado por Martínez-Córdova, 2009).

#### **4.8.3.6. Salinidad**

Los organismos acuáticos invierten una considerable cantidad de energía en la osmoregulación, debido a que el transporte activo de iones a través de las membranas celulares requiere de energía en forma de ATP (Kidder, y col, 2006. citado por Martínez-Córdova, 2009). Cuando un organismo se encuentra en un ambiente en donde la salinidad está lejos del rango óptimo, gasta una mayor cantidad de energía para mantener el equilibrio osmótico.

#### **4.8.3.7. Temperatura**

La temperatura es un factor que afecta directamente el metabolismo de los animales (Re y col, 2004. citado por Martínez-Córdova, 2009). A medida que aumenta la temperatura, también aumenta la tasa metabólica y viceversa (Prosser, 1986; Huey y Bennett, 1990; Cifuentes-Lemus y col, 1997; Gillooly, 2001; Martínez-Porchas, 2006. citado por Martínez-Córdova, 2009). Al incrementarse la tasa metabólica también lo hace la demanda energética (Clarck y Seymour, 2006. citado por Martínez-Córdova, 2009), por lo cual, el organismo consume una mayor cantidad de alimento, provocando que la tasa de crecimiento también se vea incrementada. Esto sucede hasta cierto un punto, en el cual la temperatura es óptima para que el organismo tenga su mayor tasa de crecimiento.

A partir de ese punto, a medida que la temperatura aumente, la tasa metabólica y consumo de alimento seguirán incrementándose, pero la tasa de crecimiento comenzará a disminuir, ya que, aunque el organismo consuma una mayor cantidad de energía, esta no será utilizada para el crecimiento, sino para

satisfacer las necesidades de un metabolismo acelerado.

#### **4.8.3.8. Talla y Edad**

A medida que aumenta la talla, la tasa de crecimiento disminuye.

Una vez que un crustáceo ha alcanzado su máxima talla, su tasa de crecimiento es nula y la energía que anteriormente era canalizada a crecimiento ahora es dirigida hacia la reconstrucción de tejidos dañados, renovación de estructuras corporales, así como también a la reproducción (Lucas, 1996. citado por Martínez-Córdova, 2009).

La edad tiene un efecto similar al de la talla, pues a medida que aumenta la edad, disminuye la tasa de crecimiento (Ortega-Salas, 1987. citado por Martínez-Córdova, 2009).

#### **4.8.3.9. Sistema Endocrino**

Los crustáceos, presentan la segregación de la hormona hiperglicémica (órgano X) que regula los niveles de glucosa en la sangre, crecimiento, muda y reproducción (de Kleijn, y col, 1998; Dircksen, y col, 2001; Lugo y col, 2006. citado por Martínez-Córdova, 2009). La hormona inhibidora de la muda y la hormona inhibidora de la gónada (las cuales también se encuentran en el órgano X), están involucradas en el proceso de crecimiento (Treerattrakool y col, 2003. citado por Martínez-Córdova, 2009).

#### **4.8.3.10. Enfermedades**

Cuando un organismo se encuentra enfermo, su tasa de crecimiento se ve significativamente disminuida, debido a que ingieren poco o ningún alimento, y además el organismo invierte energía en la formación de nuevos anticuerpos (Beamish, 1996. citado por Martínez-Córdova, 2009).

#### **4.8.6. Buenas Prácticas de Manejo (BPM) para el manejo del alimento**

- No se debe usar dieta fresca para alimentar los camarones en engorde (excepto reproductores), debido a que causa más problemas de calidad de agua que los causados por los alimentos peletizados y podría transmitir enfermedades.

- El contenido nutricional de los alimentos de camarón debe ser el requerido por parte de la especie y estado del ciclo de vida de camarón. Esto para evitar el desperdicio del alimento.
- La calidad del alimento se debe garantizar almacenándolo en lugares secos y frescos y por períodos cortos.
- Las bodegas de almacenamiento de alimento deben contar con un programa de control de plagas, que sea diseñado, instalado y monitoreado por una empresa especializada y certificada.
- Se debe tener cuidado con la manipulación y transporte de los sacos, para evitar la desintegración de los pellets y la producción de “finos”, que se convertirán en alimento no aprovechado por los camarones y en carga orgánica para el estanque.
- El régimen alimenticio debe estar diseñado para que el camarón consuma la mayoría del alimento suministrado, evitando un exceso que contribuya a la reducción de la calidad del agua, acumulación de materia orgánica y deterioro del fondo del estanque.
- La tasa de alimentación debe ser calculada con base en las curvas de alimentación teóricas y ser ajustada según: a) el monitoreo del consumo diario, b) las características físico-químicas del agua del estanque y c) la biomasa. El uso de bandejas de alimentación permite el monitoreo del consumo del alimento y previene la sobrealimentación.
- La ración de alimento debe suministrarse sólo cuando las concentraciones de OD en el agua del estanque, sean adecuadas para su suministro.
- Se deben mantener registros de las cantidades de alimentación diaria por estanque y por ración, para poder calcular el factor de conversión alimenticia (FCA), lo que permitirá ser más eficientes con la alimentación y reducir la carga de residuos orgánicos en los estanques.

- Los camarones pueden encontrar el alimento de manera más fácil si el alimento se distribuye de manera uniforme por todo el estanque. Esto también evitará la acumulación de alimento sin consumir en ciertas áreas. (Chávez e Higuera, 2003)

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

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). (Martínez, 2012)

##### **4.9.1. Crecimiento Acumulado**

Los muestreos de crecimiento se realizan para determinar el peso acumulado o peso promedio de la población, al mismo tiempo que permite el contacto directo con los organismos de manera que se evalúa su condición de salud.

Los muestreos de peso pueden hacerse en cualquier día de una luna a otra solamente debe saberse de que una semana después de cada luna se incrementa la muda de los camarones en los estanques. Es por ello, que los muestreos de población solamente deben hacerse entre el día de la luna y 4 días después (lo que llamamos de la 4ta a la 7ma repunta). Después de este periodo los camarones tienen un comportamiento de agregarse, es decir, que se amontonan y andan agrupados en los estanques hasta la primera repunta. (Nicovita, 1998).

Según estudio de Martínez 2012, el peso acumulado esperado para camarones juveniles es de 1 gramo por semana.

##### **4.9.2. Ritmo de Crecimiento**

Los camarones en sistemas artesanales crecen a un ritmo promedio de 0.5 a 07 gramos por semana. En sistemas de producción semi intensivo su ritmo de crecimiento puede ser alrededor de 1 gr por semana en invierno y de 0.7 gr en

verano. En sistemas con aireación el crecimiento esperado puede andar entre 1.5 a 1.8 gramos por semana, según la capacidad de carga del estanque.

En la etapa de post-larva los ritmos de crecimiento de los camarones son menores de 1 gramo, sin embargo, el crecimiento proporcional al peso de su cuerpo es excepcional, hay días que crece hasta cinco veces su peso.

Según Martínez 2012, los ritmos de crecimiento para juveniles es de 1.5 gramos por semana.

#### **4.9.3. Tasa de Crecimiento**

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

La tasa de crecimiento de las post-larvas 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 post-larvas es mayor que las que crecen los juveniles y estos a su vez es mayor a las que crecen los pre-adultos.

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 después de haber transferido los juveniles desde el estanque de pre-cría hacia el de engorde. Luego de ese periodo, se logran tasas de crecimiento de 1.0 a 1.2 gr. /semana hasta llegar a la talla de cosecha. (Martínez, 2012)

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

#### **4.9.4. Sobrevivencia**

Se realizan cierta cantidad de lances por pila utilizando una atarraya, se cuentan el total de los individuos capturados. Se calcula el promedio de



camarones capturados por lance. El área de la atarraya es corregida con un factor de 0.6 según la profundidad del estanque. El área de la atarraya corregida captura el promedio de individuos por lance, luego se calcula cuantos individuos existen en un metro cuadrado por regla de tres.

Para este cálculo se toma el factor de corrección, un 40% de escape de los camarones aplicada a la atarraya, debido a que en los lances la atarraya no se extiende el 100% de su diámetro, ni los camarones permanecen en el lugar de caída de la atarraya en un 100%. (Martínez, 2009)

La supervivencia según Robertson et al 1992 para sistemas intensivos es de 83.3%, considerada buena para período de engorda.

#### **4.9.5. Rendimiento productivo**

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

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 cosechadas, biomasa final que es el número de individuos cosechados por el peso promedio, sobrevivencia final que es la cantidad de individuos cosechados por 100 entre la población inicial. (Martínez, 2005 citado por Martínez 2009).

#### **4.9.6. Factor de Conversión Alimenticia (F.C.A)**

El Factor de Conversión Alimenticia es una medida del peso del camarón producido por kg. de alimento abastecido.

El F.C.A. varía dependiendo de la densidad de siembra, calidad del alimento y tamaño del camarón cosechado. También el factor de conversión alimenticia puede ser influenciado por otras razones tales como: a) Mortalidad repentina del camarón durante la fase de cultivo; b) Subalimentación del camarón, debido competencia de alimento por otros organismos. (Nicovita, 1997)

Los diversos criterios sobre el comportamiento alimenticio de los camarones hacen que las técnicas de alimentación utilizadas discrepen entre productores, ocasionando en muchos casos elevadas tasas de conversión alimenticia y por ende una menor rentabilidad. (Molina, Cadena y Orellana, 2000)

El factor de conversión alimenticia se determina semanalmente, este consiste en la división del alimento acumulado por semana suministrado entre la biomasa acumulada en la pila de la semana. (Martínez, 2009)

Para ello, se llevara un control del alimento suministrado, la ganancia de la biomasa semanal, que se expresara como libras acumuladas por semana actual menos la biomasa acumulada de la semana anterior, determinado a partir del muestreo de crecimiento en peso y de la población (Martínez, 2005, citado por Martínez 2009).

## **5. MATERIALES Y METODOS**

### **5.2. Localización**

Nuestro trabajo investigativo se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Investigaciones Marinas y Acuícolas (LIMA) ubicada en la comunidad de Las Peñitas, en un lapso de tiempo del 20 de Agosto al 25 de Septiembre del 2012.

Las coordenadas de las instalaciones del laboratorio LIMA 496454.65 m E, 1367310.61 m N. Con una vía de acceso por carretera pavimentada que comunica a 20 Km de la ciudad de León.

### **5.3. Dispositivo experimental**

La toma de agua fue a través de una tubería de PVC de 40 metros de largo y un diámetro de 4 pulgadas la cual cuenta en uno de sus extremos de un cheque lo cual no permitía el regreso del agua y por el otro extremo de una bomba eléctrica Baldor-Reliance 5 HP, con un volumen de agua de 208-230/460, amperios 13.2, revoluciones por minutos 3450, serie F-1.15, la cual impulsa el agua por tubos de PVC de 4" de diámetro; la cual succionaba el agua y la depositaba en dos reservorio de concreto de 11.35 m de largo por 4.8 de ancho con una área de 54.48 m<sup>2</sup> cada uno.

Luego pasa a los dispositivos a través de una bomba sumergible marca Mody Sump Pump, serie SR N° 100894, voltaje 220, amperios 9.5, HP 1.3, revoluciones por minutos 3550.

La cual alimenta por medio de una tubería de PVC de 2 pulgada de diámetro a 3 pilas de concreto que contaban con 9.5 metros cuadrados cada una.

Las pilas experimentales dependen de un sistema de aireación alimentada por un Blower marca Baldor Industrial Motor, HP 5, voltaje 230, amperios 22.3, revoluciones 3450, serie F-1098.

#### **5.4. Diseño del Experimento**

Las densidades que se utilizaron fueron de 40 ind./m<sup>2</sup>, de 60 ind./m<sup>2</sup> y de 80 ind./m<sup>2</sup>, el trabajo experimental consistió en comparar el crecimiento, el ritmo el crecimiento y la tasa de crecimiento, de los camarones en las tres densidades de siembra, a través del monitoreo de crecimiento realizado cada 5 días durante los 35 días que duro el experimento.

La sobrevivencia, el factor de conversión alimenticia y el rendimiento productivo fueron calculados al finalizar el experimento a través de la cosecha de los camarones.

#### **5.5. Preparación de las pilas**

La preparación de las pilas se realizó 20 días antes de la siembra, se lavaron las pilas y se desinfectaron con cal hidratada dejándola actuar durante 1 día, luego se enjuagaron y se llenaron hasta un 50% de su nivel operativo.

Se fertilizó con a una proporción de 50 lbs. /ha, luego se dejó por un período de 7 días para que el fertilizante actuara en la proliferación de las microalgas.

Tres días antes de la siembra se procedió a llenar las pilas hasta su nivel operativo que era de 10.000 Litros de agua.

El agua que se introdujo en las pilas desde el reservorio fue filtrada por medio de filtros de arena desde la toma de agua hasta el reservorio y del reservorio a las pilas experimentales se realizó con una malla de 50 micras.

#### **5.6. Aclimatación y Siembra**

Los juveniles procedían de un lote que se encontraba en las instalaciones de LIMA que procedieron del laboratorio de FARRALLONES AQUACULTURA.

Sabiendo ya las densidades de cada pila se prosiguió a ser una multiplicación del área de las pilas por la densidad de siembra de cada pila y así saber la cantidad de camarones en cada pila.

Luego de esto se procedió a la siembra de los organismos, se realizó un conteo y peso de los organismos y se introdujeron a las pilas experimentales.

Los juveniles fueron trasladados en recipiente desde la pila donde se encontraban los juveniles hasta las pilas experimentales, se fue sacando agua de los recipientes al mismo tiempo que se fue introduciendo agua de las pilas experimentales a los recipientes este proceso se repitió hasta haber completado un 70% de recambio de agua de las tinas, esto se realizó a intervalos de 30 minutos.

Cada uno de los procesos de aclimatación se enfocó en reducir al máximo el estrés y la mortalidad de los juveniles.

### **5.7. Alimentación**

La alimentación se hizo a través de la elaboración semanal de una tabla de alimentación, para calcular el alimento diario y la cantidad por ración, se brindó alimento artificial (Biocamaronina) de la marca Purina que tiene un porcentaje proteínico de 30%.

El alimento se suministró tres veces al día a las 8 am (20%), 2 pm (40%) y 4 pm (40%). El suministro de alimento se hizo al voleo, esto debido a las altas densidades de cada una de las pilas y porque permitía una mejor distribución y disponibilidad del alimento para los organismos.

El porcentaje de peso utilizado para las tablas de alimentación de cada pila fue de 25% al comienzo del experimento para las tres pilas y se fue disminuyendo el porcentaje hasta llegar a un 4% al finalizar el experimento.

### **5.8. Monitoreo de los Factores Físico químicos**

En cada uno de las pilas se realizó un monitoreo de los distintos factores físico-químicos, estos valores fueron tomados 2 veces al día durante la etapa de investigación, los que fueron tomados por distintos instrumentos tales como:

#### **5.8.1. pH**

Se realizó la toma de este factor a través de un pH-metro marca HANNA (pH 7 Calibration pH 4/10 Made in Mauritius M. 98108) este se calibró con solución buffer, se introdujo a cada pila para obtener el valor de pH, la toma de este

factor se realizó a las 6 am, 12pm y 6 pm.

### **5.8.2. Salinidad**

Se realizó la toma de este factor a través de un Refractómetro Bio-Marine. Inc. (Aqua fauna Model;ABMTCSalinity 0-100 ‰ Made in Japan) el cual se calibró con una gota de agua dulce que indica 0, luego se secó y se dejó caer una gota del agua por cada una de las pilas dándonos la salinidad con la que se encontraban las pilas, la toma de este factor se realizó a las 6 am,12pm y 6 pm.

### **5.8.3. Temperatura**

Para calibra el Oxigenometro el electrodo debe permanecer en la cámara con una atmosfera de saturación al 100%, esto se logra manteniendo la humedad de la cámara con la esponja húmeda, que trae el equipo inserta al final de la cámara del electrodo.

Se realizó la toma de este factor a través de un Oxigenómetro marca YSI 550 A (YSI incorporated 05FI 506 A.H) el cual posee un electrodo que se introdujo a 20 cm de cada una de las pilas para obtener el dato de temperatura del agua en cada una de las pilas, la toma de este factor se realizó a las 6am, 12pm y 6 pm.

## **5.9. Parámetros Poblacionales**

### **5.9.1. Crecimiento acumulado**

Semanalmente se recolectaron 50 camarones al azar con un chayo de luz de malla de 1 cm por cada una de las pilas. Luego se pesaron individualmente en una balanza electrónica Marca Scout pro sp202 con capacidad de 200 gramos ( $\pm 1.0$  g) para obtener el peso húmedo promedio.

Para ello, tomamos la muestra de organismos los colocamos uno por uno con cuidado en un pedazo de tela seca, para el exceso de humedad de los camarones, luego se colocaron en la balanza y nos dio el peso de los juveniles. Esto se realizó hasta que cada juvenil fue pesado, al tener el peso de todos los organismos de la muestra se sumaron todos los resultados y se dividieron entre la cantidad de individuos de la muestra obteniendo el peso promedio de

los individuos por cada una de las semanas.

### **5.9.2. Ritmos de crecimiento**

Para calcular el Ritmo de Crecimiento se realizó una resta del peso promedio de la semana actual menos el peso de la semana anterior.

$$R.C = \text{Peso promedio semana actual} - \text{Peso promedio semana anterior}$$

### **5.9.3. Tasa de Crecimiento**

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

$$TCI = ((\text{LOG}_{10} (\text{PESO FINAL}) - \text{LOG}_{10} (\text{PESO INICIAL}) * 100) / \text{TIEMPO})$$

### **5.9.4. Sobrevivencia**

Los cálculos de sobrevivencia los realizamos con el objetivo de cuantificar la mortalidad basándonos en la fórmula de Pauly (1983); Csirke (1980).

$$\% \text{Sobrevivencia} = \frac{\text{Población actual} \times 100}{\text{Población inicial}}$$

Para determinar la sobrevivencia se consideró el porcentaje de camarón blanco cosechado en relación a los sembrados, dividiendo el número de organismos inicialmente sembrados entre el número de organismos que quedaron al final y multiplicado por cien.

### **5.9.5. Factor de Conversión Alimenticia**

El FCA es una medida de los kilogramos de alimento que fueron requeridos para producir un kilogramo de camarón. Nos indica si el camarón está utilizando el alimento suministrado.

La conversión de alimento (FCA) se determinó por la siguiente fórmula:

$$FCA = \frac{\text{Alimento suministrado}}{\text{Biomasa acumulada}}$$

### **5.9.6. Rendimiento productivo**

Se obtuvo por medio de la cantidad de individuos cosechados por el peso promedio alcanzado por la población, es decir fueron las libras cosechadas.

Libras cosechadas = Número de individuos cosechados \* peso promedio/ área  
Expresada en libras/Ha.

#### **5.10. Manejo de la información**

Se elaboraron formatos para llevar registro de los factores Físico-Químicos de cada pila obtenidas durante el tiempo del experimento, así como para los datos poblacionales que se fueron recopilando.

Los valores obtenidos en cada pila fueron comparados con el crecimiento y la variabilidad de estos valores, para comprobar la incidencia directa o indirecta que afecta en el crecimiento de los juveniles de *L. vannamei* según la bibliografía y la práctica.

Se realizó una comparación entre crecimiento acumulado, tasa de crecimiento y ritmo de crecimiento en cada una de las pilas con las distintas densidades con las que trabajamos.

Se utilizó tabla de alimentación para cada una de las pilas, en la cual se expresó: semanas de cultivo, número de organismos, sobrevivencia, peso, biomasa, porcentaje en peso (BW), alimento diario y alimento semanal.

En Microsoft Office Excel, se introdujeron los datos obtenidos de oxígenos, temperaturas, salinidad, pH, turbidez, peso y crecimiento de cada pila, para obtener las gráficas de cada variable.



## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

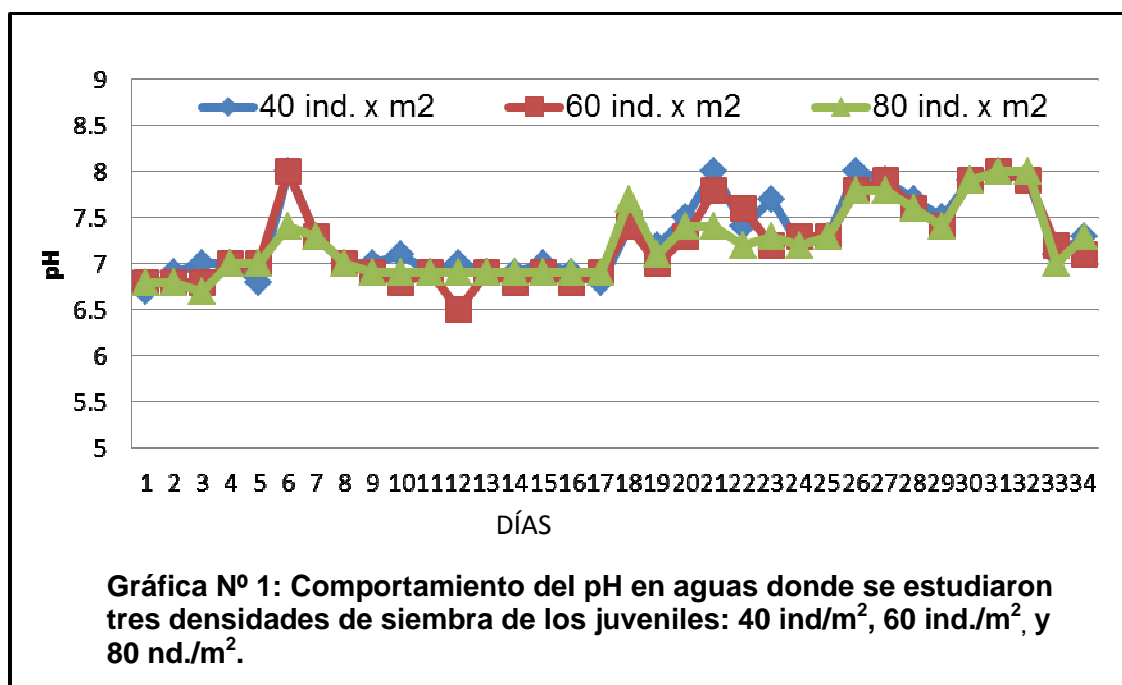
### 6.2. Factores físico-químicos

#### 6.2.1. pH

El pH de las aguas en las pilas de estudio, se presentó para la densidad de 40 ind/m<sup>2</sup> entre 8.0 y 6.6, mientras que para aguas donde se encontraban densidades de 60 ind./m<sup>2</sup> los valores fueron de 8.0 a 6.5 y en las pilas de densidades de 80 ind./m<sup>2</sup> 8.0 a 6.5. Ver gráfico 1.

El pH óptimo para el buen crecimiento de *Litopenaeus vannamei* es 6.5 a 9, según Martínez (1997).

Los resultados del estudio demuestran que el pH de las aguas donde se tenían las tres densidades experimentales, se presentó con valores menores en los primeros días a los señalados por Herrera (2009). Al final se pudo observar que los valores registrados de pH fueron aceptables para el buen crecimiento de los camarones.

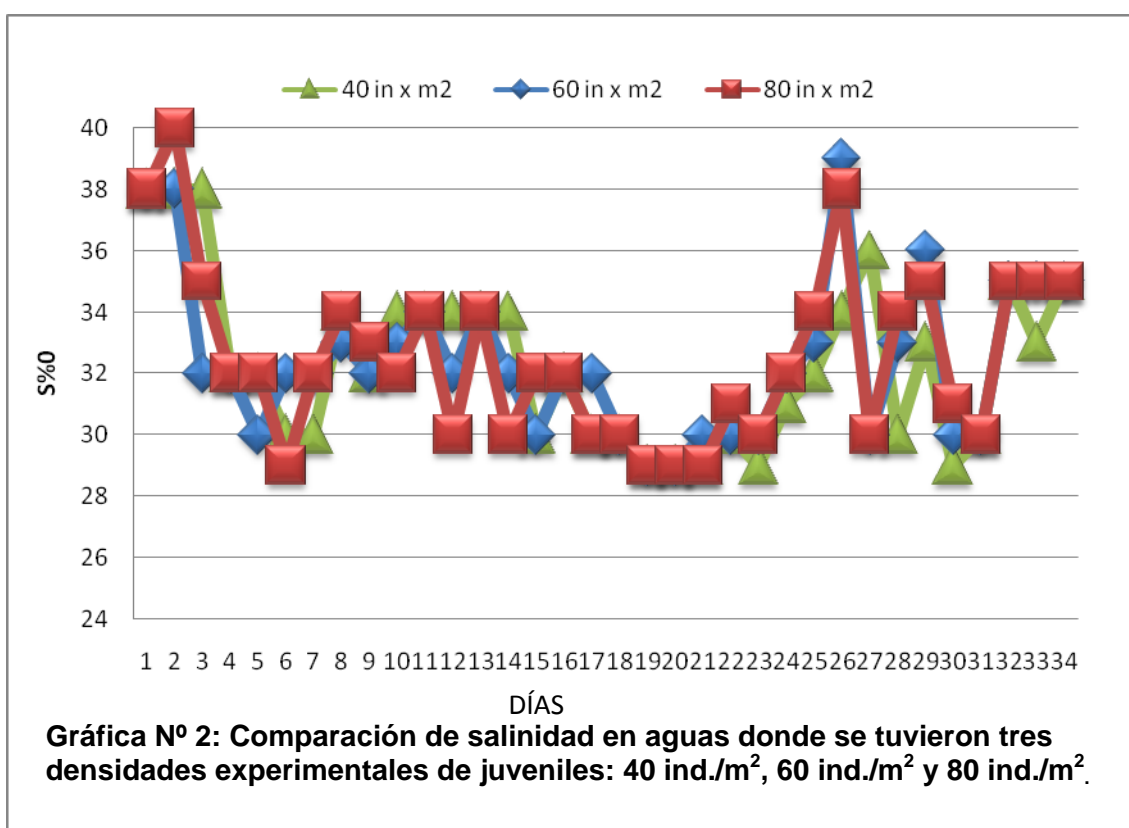


### 6.2.2. Salinidad

Los registros de la salinidad muestran que los valores se presentaron para la densidad de 40 ind./m<sup>2</sup> entre 38 ‰ y 29 ‰, mientras que para aguas donde se encontraban densidades de 60 ind./m<sup>2</sup> los valores fueron de 38‰ y 26 ‰ en las pilas de densidades de 80 ind./m<sup>2</sup> de 40‰ y 26‰. Ver gráfico 2.

Herrera (2009), propuso los valores óptimos para el crecimiento de camarones *Litopenaeus*, el cual oscila entre 15‰ a 25‰. Como se observa los valores de salinidad en este experimento se alejan de esta banda óptima isosmótica que propone Herrera. Sin embargo, Martínez 1997 señala que los camarones por su condición de tolerante amplio a las salinidades, estos crecen sin problemas entre 10 a 40 ‰.

En los datos registrados de salinidad en este trabajo se entiende que no afectaron significativamente el crecimiento de los camarones.

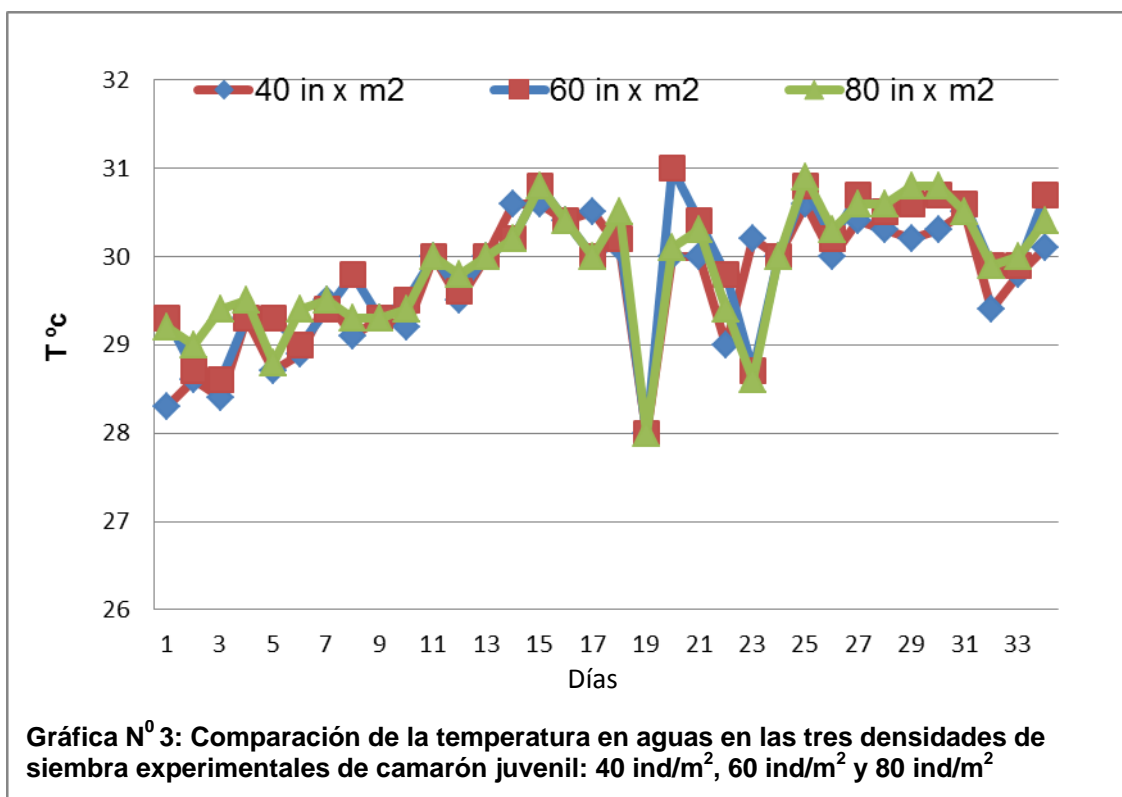


### 6.2.3. Temperatura

Los datos de temperatura muestran que los valores se presentaron entre 30.5°C y 27°C para la densidad de 40 ind./m<sup>2</sup>, mientras que para aguas donde se encontraban densidades de 60 ind./m<sup>2</sup> los valores fueron de 31°C y 28°C en las pilas de densidades de 80 ind./m<sup>2</sup> de 31°C y 28°C. La tendencia en general es a incrementar la temperatura de 28.5°C a 30.5°C durante el experimento. Ver gráfico 3

Según Herrera (2009) los valores óptimos para el buen crecimiento del camarón *Litopenaeus vannamei* entre 28°C y 32°C.

En la gráfica se demuestra que la temperatura obtenida en el estudio coincidió con el intervalo deseado según bibliografía citada, por lo que deducimos que este factor influyó positivamente en el crecimiento de los camarones del cultivo en experimento.



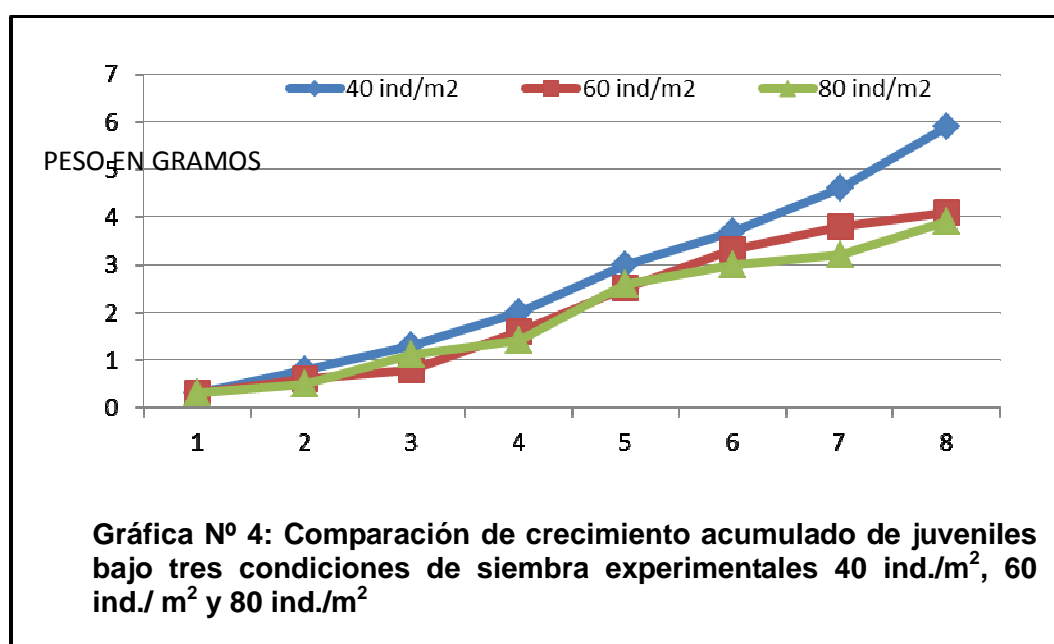
### 6.3. Parámetros poblacionales

#### 6.3.1. Crecimiento acumulado

La densidad de siembra que mostro un mejor crecimiento fue la de 40 ind. /m<sup>2</sup> y tuvo un peso final de 5.9gramos, las otras densidades tuvieron un peso menor, la de 60 ind. /m<sup>2</sup> obtuvo un peso de 4.1 gramos y la de 80 ind. /m<sup>2</sup> de 3.9 gramos. El peso inicial promedio fue de 0.3 gramos. Ver gráfico 4.

Los datos adquiridos de crecimiento acumulado durante el experimento fueron similares a los que Martínez (2012) presenta. El mencionado autor señala, que los juveniles de camarón en los primeros 30 días de crecimiento se esperan alcancen 2 gramos de peso. Luego el crecimiento debe esperarse que crezcan al menos 1 gramo por semana, lo cual significa que se esperaba un peso de 4 gramos a los 40 días.

En nuestro experimento de 35 días resultó en 5.9 gramos en la densidad de 40 ind. /m<sup>2</sup>, de 4.1 gramos en la densidad de 60 ind. /m<sup>2</sup> y de 3.9 gramos en la densidad de 80 ind. /m<sup>2</sup>.La mejor densidad de siembra para obtener pesos promedios favorables para el productor es la de 40 ind. /m<sup>2</sup>. Es aquí donde se obtiene la mejor calidad de camarones.

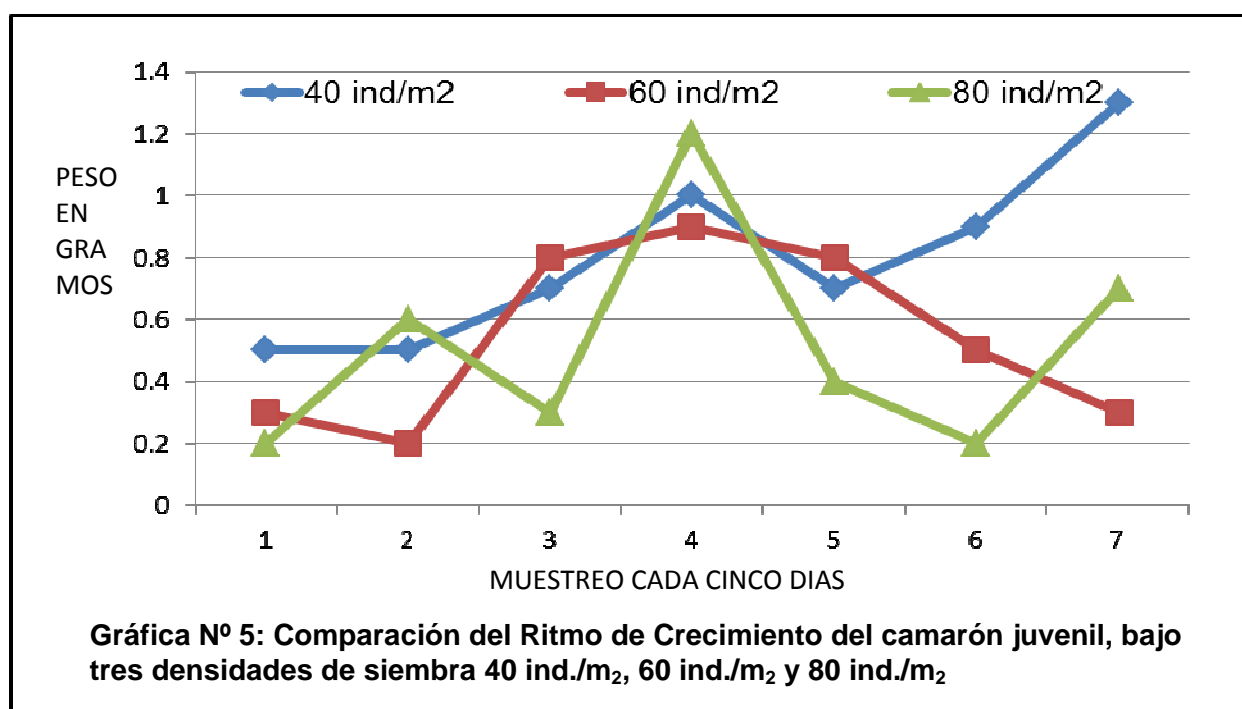


### 6.3.2. Ritmo de crecimiento

Los datos registrados en un periodo de 35 días muestreando cada 5 días, indican que los camarones juveniles, en promedio crecieron 0.80gr en 40 ind/m<sup>2</sup>, 0.54gr en 60 ind/m<sup>2</sup> y 0.51gr en la 80 ind/m<sup>2</sup>. Dando los resultados más altos en 1.3gr en 40 ind/m<sup>2</sup>, 0.9gr en 60 ind/m<sup>2</sup> y 1.2gr en la 80 ind/m<sup>2</sup>. Ver gráfico 5.

Según Martínez (2012), en los sistemas con aireación los ritmos de crecimientos esperados son de 1.5 gramos por semana, adaptando dicho dato a los cinco días entre cada muestreo el ritmo de crecimiento esperado seria de 1 gramo por cada cinco días.

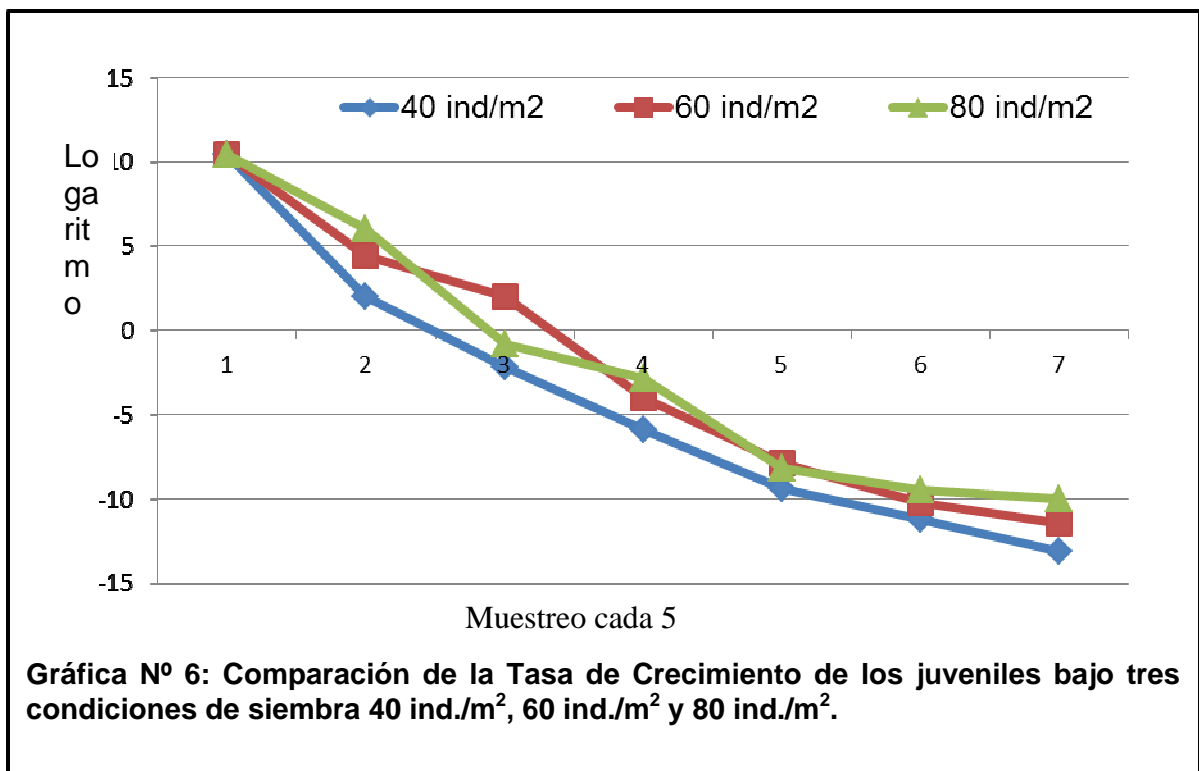
Como podemos observar los resultados del experimento fueron menores a lo esperado siendo el más cercano el cultivo experimental de 40 ind. /m<sup>2</sup>, los incrementos mínimos fueron por el estado fisiológico del juvenil (muda). Cabe mencionar que la comparación, en esta discusión, se hace para individuos que se ubican como juveniles con pesos superiores a 2 gramos de peso de inicio, en este experimento los camarones registraron 0.3 gramos de peso inicial.



### 6.3.3. Tasa de crecimiento

Los valores de la velocidad de crecimiento de los camarones en un muestreo fue de -13 para 40 ind/m<sup>2</sup>, -12 para 60 ind/m<sup>2</sup> y de -10 para la condición donde crecían 80 ind/m<sup>2</sup>, existe una diferencia numérica, siendo los camarones de mayor negatividad el que crece mejor (40 ind/m<sup>2</sup>). Ver gráfica 6.

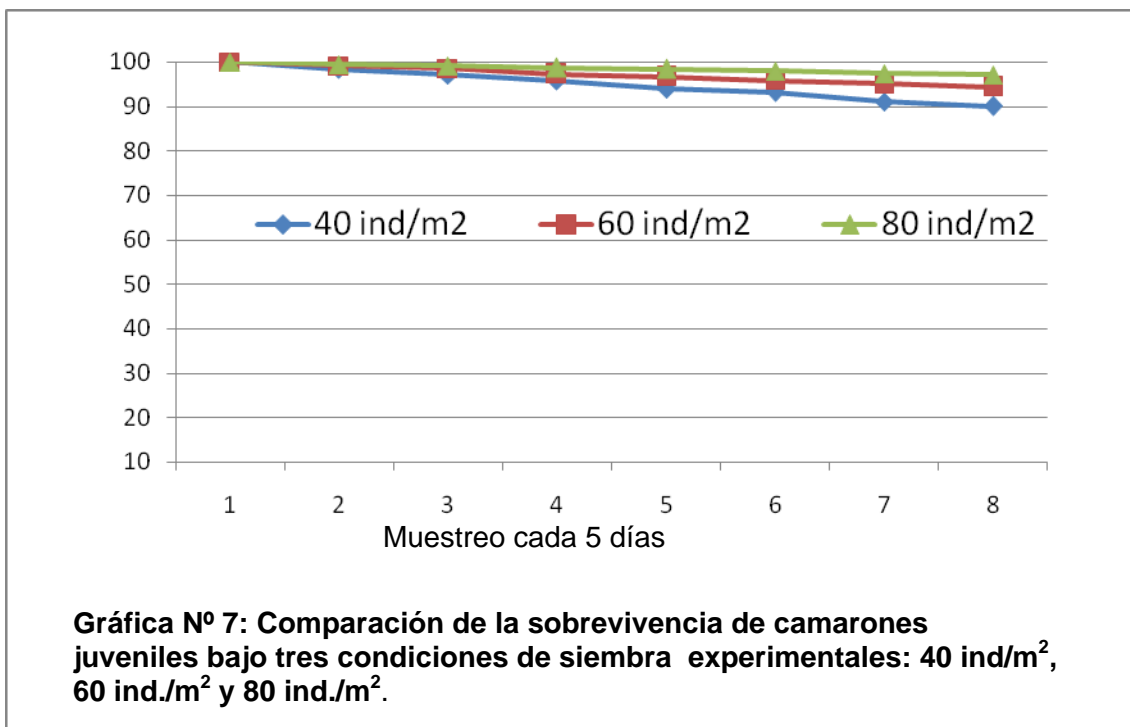
La dinámica de la Tasa de crecimiento o la velocidad de crecimiento respecto al tiempo, que tuvieron los camarones blancos del Pacífico. La Tasa de crecimiento presenta una tendencia negativa, lo que nos deja entre ver que a mayor edad, es menor la velocidad del crecimiento y por lo tanto la gráfica de la tasa de crecimiento tiende a ser negativa. Martínez (2012) propone valores entre 2 a -5 como aceptable.



### 6.3.4. Sobrevivencia

Con respecto a las altas densidad se obtuvieron sobrevivencia del 90% en la de 40 ind/m<sup>2</sup>, 94% en 60 ind/m<sup>2</sup> y 97% en la 80 ind/m<sup>2</sup>.

Obtuvimos mejores porcentajes de sobrevivencia en la de mayor densidad, mostrando que las densidades de siembra no afectan la sobrevivencia del cultivo.

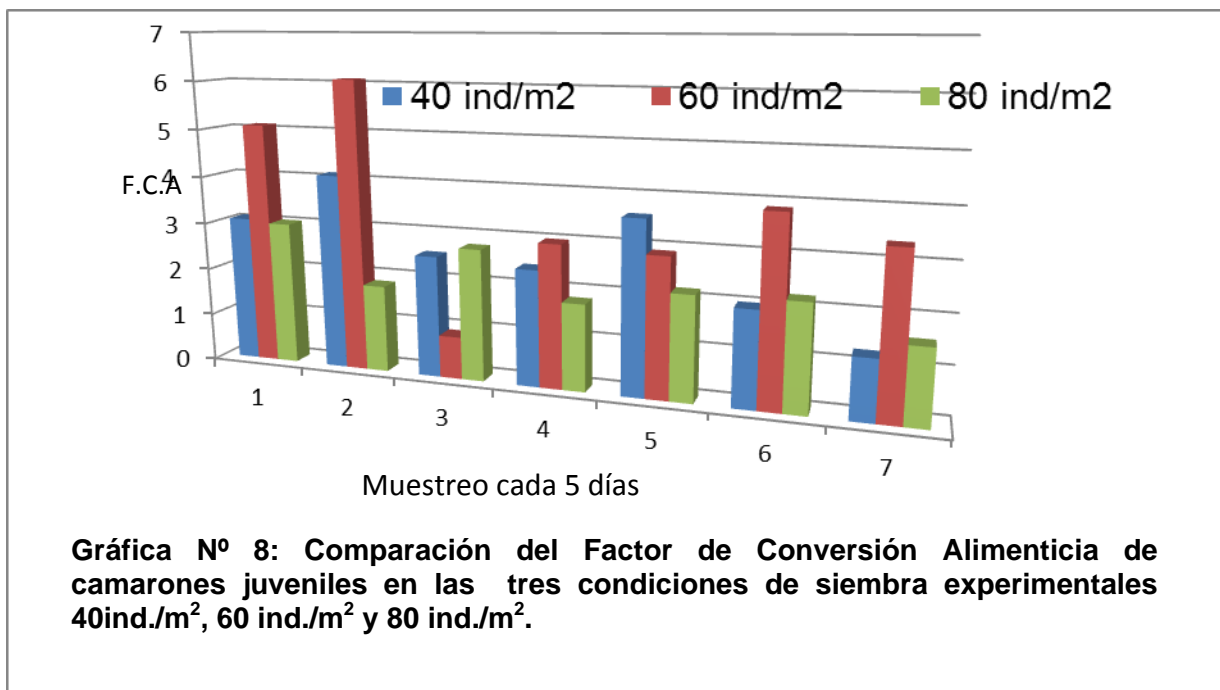


### 6.3.5. Factor conversión alimentos

El factor de conversión alimenticia, obtenido durante el periodo de cultivo bajo las tres densidades experimentales tuvo una tendencia a bajar a medida que avanzaba el cultivo esto debido a que el alimento es suministrado a saciedad en los primeros días de cultivo, al incrementar la biomasa el F.C.A disminuye, lo que indica que el alimento fue consumido y transformado en peso de una forma efectiva por *Litopenaeus vannamei*.

Según Martínez (2005) citado por Martínez (2009). El factor de conversión alimenticia esperado varía entre 1.3 a 1.5 en 100 días del cultivo de camarones.

Como podemos observar en la gráfica N° 8, los valores de la última semana se muestran que el valor de F.C.A. fue de 1.2 en la densidad de 40 ind./m<sup>2</sup>, de 3.3 en la densidad de 60 ind./m<sup>2</sup> y de 1.5 en la densidad de 80 ind./m<sup>2</sup>. Cabe recordar que un Factor de 1.5 equivale a decir que se ofreció 1.5 libras de alimento para lograr formar 1 libra de camarón, lo que nos indica que nuestro Factor está dentro de los valores aceptables para el sistema intensivo.



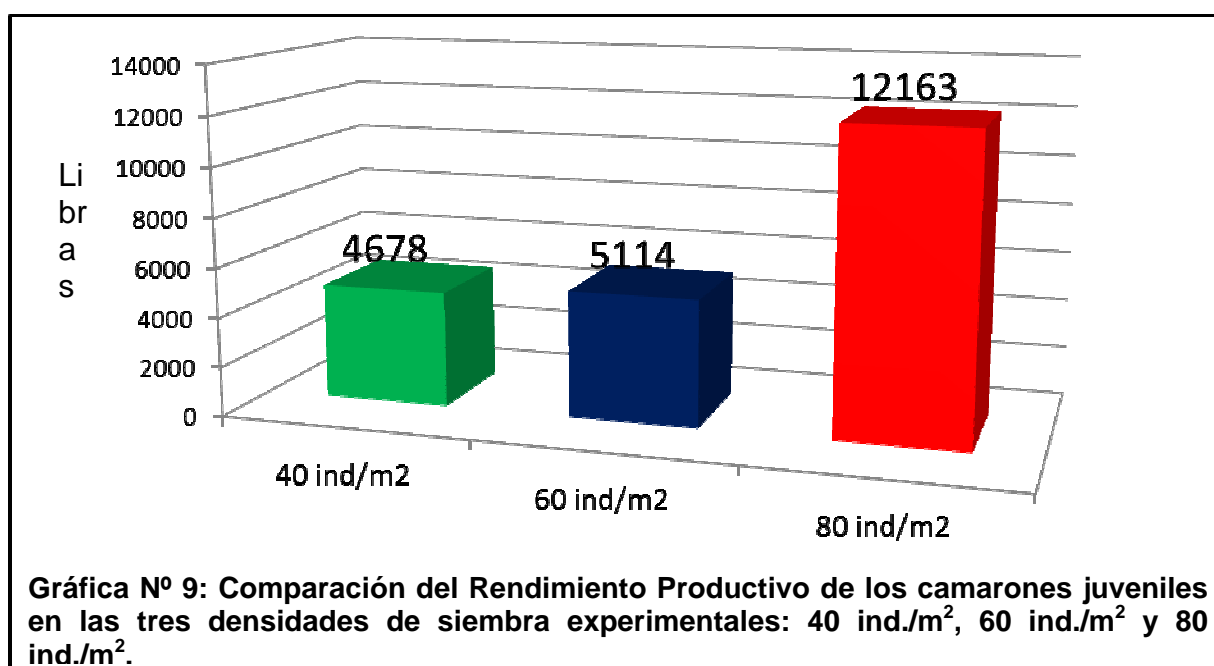


### 6.3.6. Rendimiento productivo

Con los resultados obtenidos en las distintas densidades de siembra en el cultivo experimental de camarones blanco del Pacífico en etapa juveniles se extrapolaron los datos de metros a hectáreas esperando un rendimiento productivo de 4678 lbs/ha en la densidad de 40 ind. /m<sup>2</sup>, de 5114 lbs/ha en la densidad 60 ind. /m<sup>2</sup> y en la de 12163 lbs/ha en la densidad de 80 ind. /m<sup>2</sup> de camarón entero por cada hectárea.

Guiándonos por Martínez y Herrera (2009), que el camarón debe ser alimentado de tal manera que tenga oportunidad de tener el alimento a la disponibilidad en todo el estanque, para un menor gasto energético.

Como podemos observar se aprecia un excelente rendimiento productivo en la densidad experimental de 80 ind/m<sup>2</sup>, pero obtenemos un menor tamaño del organismo, por otro lado en la densidad de 60 ind. /m<sup>2</sup> se tiene un buen tamaño pero no se obtiene un buen rendimiento productivo. Pero al final la densidad de 40 ind. /m<sup>2</sup> es donde se obtiene un menor rendimiento productivo pero encontramos un excelente tamaño de los organismo, por ende mejor calidad del producto. Lo cual nos deja entre ver que el mejor rendimiento productivo es el de la densidad de



## 7. CONCLUSIÓN

### 1. Factores Físico químicos

El pH fluctuó entre 6.9 a 8 en la densidad de siembra 40ind/m<sup>2</sup>, entre 6.5 a 8 en 60ind/m<sup>2</sup> y 6.8 a 8 en 80ind/m<sup>2</sup>.

La salinidad oscilo entre 38 a 29 ‰ S en la densidad de siembra 40ind/m<sup>2</sup>, entre 38 a 26 ‰S en 60ind/m<sup>2</sup> y 40 a 26 ‰S en 80ind/m<sup>2</sup>.

La temperatura varió entre 30.5 °C y 27°C en la densidad de siembra 40ind/m<sup>2</sup>, entre 31 °C a 28 °C en 60ind/m<sup>2</sup> y 30.8 °C a 28 °C en 80ind/m<sup>2</sup>.

### 2. Parámetros Poblacionales

En crecimiento Acumulado fue de 5.9 gramos en la densidad de siembra 40ind/m<sup>2</sup>, fue de 4.1 en 60ind/m<sup>2</sup> y 3.9 en 80ind/m<sup>2</sup>.En Ritmo de crecimiento fue de 1.3 gramos en la densidad de siembra 40ind/m<sup>2</sup>, fue de 0.9 en 60ind/m<sup>2</sup> y 1.2 en 80ind/m<sup>2</sup>.En Tasa de crecimiento fue de -14 gramos en la densidad de siembra 40ind/m<sup>2</sup>, fue de -12 en 60ind/m<sup>2</sup> y -10 en 80ind/m<sup>2</sup>.

3. La sobrevivencia fue de 90% en la densidad de siembra 40ind/m<sup>2</sup>, 94.3 % en 60ind/m<sup>2</sup>, y 97% en 80ind/m<sup>2</sup>.El Factor de Conversión Alimenticia fue de 1.2 a 1 en la densidad de siembra 40ind/m<sup>2</sup>, 3.3 a 1 en 60ind/m<sup>2</sup> y 1.5 a 1 en 80ind/m<sup>2</sup>. El Rendimiento Productivo fue de 4678 lbs. /ha en la densidad de siembra 40ind/m<sup>2</sup>, 5114 lbs. /ha en 60ind/m<sup>2</sup> y 12163 lbs. /ha en 80ind/m<sup>2</sup>.

En la comparación de los datos poblacionales obtenidos podemos determinar que las distintas densidades de siembra si afectan el crecimiento aceptando la hipótesis alternativa propuesta, estas afectan de una manera negativa, porque entre mayor sea la población en un estanque mayor será el tiempo que esta requiera para poder llegar a la talla deseada por el productor.

## 8. RECOMENDACIONES

- A la Universidad que brinde las condiciones necesarias para que las futuras investigaciones cuenten con todas las instalaciones necesarias para su elaboración y seguimiento.
  
- A los futuros tesisistas que manejen una buena calidad de agua de las pilas y permitir de esta manera en buen desarrollo de los organismos en cultivo es necesario hacer recambios de agua solamente cuando sea necesario.
  
- A los estudiantes de la carrera de Ingeniería Acuícola brindar un buen mantenimiento al reservorio para la eliminación de organismos que puedan afectar el cultivo.
  
- Al Departamento de Biología que brinde un mejor servicio en cuanto al mantenimiento y disposición del equipo que se requiera para las futuras investigaciones.

## 9. BIBLIOGRAFIA

1. (Anónimo 1)

[http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/090/html/sec\\_9.html](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/090/html/sec_9.html)

2. Anónimo 2. <http://www.fao.org/docrep/003/AB487S/AB487S06.htm>

Recopilado por Álvarez J. Pérez M. y Toledo J. Nutrición y almacenamiento en la Acuicultura de América. Ministerio de la Industria Pesquera. Habana, Cuba.

3. Anónimo 3. 1990.

[http://www.bibliotecadigital/volumen2/ciencia3/090/html/sec\\_9.html](http://www.bibliotecadigital/volumen2/ciencia3/090/html/sec_9.html) México

4. Anónimo 4. 1998. Boletín nicovita, Camarón de mar. Editores: Víctor Tavelera; Dagoberto Sánchez; Luis Miguel Zapata. Volumen 3. Lima. Perú. Pág. 3

5. Anónimo

5.

[http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/17/html/sec\\_6.html](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/17/html/sec_6.html)

6. Argeñal J., Charles J. y Manzanares R. 2007. Código de Conducta Técnico, Social y Ambiental Responsable para la camaronicultura en Nicaragua. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARENA). Managua, Nicaragua. Pág. 50-55

7. Boyd C. y Eгна H. 1997. Dinamica de los Estanque en Acuicultura. Dirección de Acuicultura Auburn University, Alabama, USA.

8. Boyd C. 2004. Consideraciones sobre la calidad del agua y del suelo en Cultivo de Camarón. Department of Fisheries and Allied Aquacultures. Auburn University, Alabama, USA

9. Csirke, B.J. 1980. Introducción a la dinámica de población de peces. FAO. Doc. Tec. Pesca 192. Roma, Italia.
10. Chávez M. e Higuera I. 2003. Manual de Buenas Prácticas de Producción Acuícola de Camarón para la Inocuidad Alimentara. Pág. 42
11. Fox J. 2004. Nutricion y manejo del alimento. Texas A&M Univerty, Corpus Christi, Texas USA Granvil D. Treece, Texas A&M University, College Station, Texas USA, pp 90
12. Guerrero A. 2011. Resumen de las Exportaciones del Primer Semestre del 2011. "El Nuevo Diario". Managua, Nicaragua. [www.elnuevodiario.com.ni](http://www.elnuevodiario.com.ni)
13. Herrera C, 2009. "Folleto calidad agua", Componente Curricular de Calidad de agua, Carrera de Ingeniería Acuícola. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León, Nicaragua, pp. 6-18.
14. Herrera C. 2012. Factores Físicos y Químicos del Agua de los Estanques Camaroneros para la carrera de Ingeniería Acuícola, UNAN-León. Páginas 1-8.
15. Hernández C. 2009. Calidad de Agua para Estanques Camaroneros. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León, Nicaragua, Pág.1-3
16. Hsien- Tsang S., Arguillón C., 2008. Manual sobre "Reproducción y cultivo del camarón *Litopenaeus vannamei*. CENDEPESCA El Salvador, Centroamérica. Pág. 27-29.
17. Lightner, D.V. (ed.). 1996. A Handbook of Shrimp Pathology and Diagnostic Procedures for Diseases of Cultured Penaeid Shrimp. World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA, USA. Pag. 305
18. Lim C. y Persyn. 1989. Alimentos Comerciales y Alimentación de Camarones. Nostrand Reinhold, New York.
19. Lotz J y Lightner D. 1999. Shrimp biosecurity: pathogens and pathogen exclusion. World Aquaculture Society. Sydney, Australia. Pág. 14-18

20. Martínez E. y C. Herrera 2009. Guía para el componente curricular CAMARONICULTURA de la Carrera de Ingeniería Acuícola, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua - León. Nicaragua. Páginas 40-53.
21. Martínez E. 2009. Programa desarrollo institucional (ASDI/SARE), proyecto de desarrollo de la investigación para académicos con Msc. y PhD.: subproyecto: producción de camarones marinos a dos densidades de siembra en estanques de concreto utilizando sistema intensivo sin aireación. Las Peñitas, Nicaragua. Pág. 5.
22. Martínez E. 2012. Crecimiento y Desarrollo para la carrera de Ingeniería Acuícola, UNAN-León. Página 1-4.
23. Martínez-Córdova L. 2009. Dinámica de crecimiento de peces y crustáceos. Departamento de investigaciones científicas y tecnológicas de la universidad de sonora. Sonora, México. Pág. 5-11
24. Ministerio de Fomento, Industria y Comercio (MIFIC), 2008. Ficha Producto "Camarón". Pág. 3.
25. Molina C. Cadena E. Orellana F. 2000. Alimentación de camarones en relación a la actividad enzimática como una respuesta natural al ritmo circadiano y ciclo de muda. Centro Nacional de Acuicultura e Investigaciones Marinas "Edgar Arellano M." (CENAIM) Machala, Ecuador.
26. Moreno C. 2011. Exportaciones del Camarón. "El Nuevo Diario". Managua, Nicaragua. [www.elnuevodiario.com.ni](http://www.elnuevodiario.com.ni)
27. Newmark U. et al. 2009. Importancia Económica del Camarón. Universidad de Colombia. Bogotá, Colombia. Pág. 5
28. Nicovita, 1997, "Aumento del Factor de Conversión Alimenticia y el Control de Organismos ingresantes hacia los Estanques de Engorda. Camarón de Mar, Volumen 2 – Ejemplar Octubre 1997.
29. Nicovita, 1998, "Modelo de Tabla de alimentación para *Penaeus vannamei*", Métodos de Alimentación, Camarón de mar, Volumen 3 – Ejemplar 05, Mayo, pp.4b

[http://www.nicovita.com.pe/cdn/Content/CMS/Archivos/Documentos/DOC\\_108\\_1](http://www.nicovita.com.pe/cdn/Content/CMS/Archivos/Documentos/DOC_108_1)

30. Nicovita, 1999. Aumento del Factor de Conversión Alimenticia y el control de Organismos Ingresantes Hacia los Estanques de Engorde. Camarón de Mar. Volumen 2 – Ejemplar 02. Pág. 1
31. Nicovita, 2005, “Cultivo Intensivo del Camarón Blanco”, Resumen de visitas y conferencias a camaroneras del Perú en Noviembre 2005 pp. 1- 5  
<http://www.nicovita.com>
32. Pauly, D. 1983. Algunos métodos simples para la evaluación de recursos pesqueros tropicales. FAO doc. Tec. Pesca (234) 49
33. Piedrahita R. 2003. Reducing the potencia environmental impact of tank aquaculture effluents through intensification and recirculation. Aquaculture; 226: pp. 35-44.
34. Robertson L. Samochal T. y Gregg K. 1992. Potencial de Engorda Postcriadero de *L. vannamei* en un Sistema intensivo tipo “Raceway”. Ciencias Marinas 18(4) pág. 7-56.
35. Villamar C. 2004. Programa de Bioseguridad para la Cría de Camarón Orgánico *Litopenaeus Vannamei* en cultivo. INCAMAR S.A Colombia. Pág. 2-5
36. Villanueva M., Cardona T., Garzón A., Barbosa A. 2007. Buenas Prácticas en la Producción Acuícola. Grupo de Prevención y Análisis de Riego Zoonosanitarios y Asuntos Internacionales. Bogotá, Colombia Pág. 15-23
37. Wyban J. 2000. Breeding shrimp for Taura resistance: inbreedibg vs. outcrossing. Abstracts of the 4<sup>th</sup> Latin American Aquaculture Congress & Exhibition. Panama, Panama.





## PARAMETROS POBLACIONALES

Fecha			
	Pila 1	Pila 2	Pila 3
No. De individuos	Peso	Peso	Peso
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			

<b>29</b>			
<b>30</b>			
<b>31</b>			
<b>32</b>			
<b>33</b>			
<b>34</b>			
<b>35</b>			
<b>36</b>			
<b>37</b>			
<b>38</b>			
<b>39</b>			
<b>40</b>			
<b>41</b>			
<b>42</b>			
<b>43</b>			
<b>44</b>			
<b>45</b>			
<b>46</b>			
<b>47</b>			
<b>48</b>			
<b>49</b>			
<b>50</b>			
<b>Peso Promedio</b>			

