

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA

UNAN – LEÓN

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

INGENIERIA ACUICOLA



Tesis para optar al título de Ingeniero Acuícola.

Tema:

Efecto de una dieta 35% de proteína (comercial) y 30% de proteína (experimental) sobre el crecimiento de postlarvas de los camarones Litopenaeus vannamei.

Presentado por

Br. Freddy David Vargas Aguirre.

Tutor

M.Sc. Claudia Jovel C.

León, 13 de abril de 2013

”A la libertad por la Universidad”

INDICE

I.- INTRODUCCIÓN.....	1
II. -OBJETIVOS	3
III.- HIPÓTESIS	4
IV.- LITERATURA REVISADA	5
4.1 Biología del camarón.....	5
4.1.1 – Ciclo de vida.....	5
4.1.2 – taxonomía del género <i>Litopenaeusvannamei</i>	6
4.2 – Ecofisiología	6
4.3- Sistema digestivo en postlarvas	7
4.3.1- Apéndices	7
4.3.2- Estómago e intestino	7
4.3.3- Hepatopáncreas o glándula del intestino medio	8
4.3.4- Fisiología digestiva en camarones	9
4.4- Sistema de producción.....	9
4.4.1- Sistema Extensivo.....	9
4.4.2- Sistema Semintensivo	10
4.4.3- Sistema Intensivo	10
4.4.4- Sistema hiperintensivo	11
4.4.5- Sistema Trifásico.....	12
4.5-Calidad de agua.....	14
4.5.1-Importancia de la calidad de agua.....	14
4.5.2- Factores físico-químicos del agua	15
4.5.2.1– Temperatura	15
4.5.2.2- Oxígeno disuelto (OD)	16
4.5.2.3– pH	21
4.5.2.4– Salinidad (S‰).....	23
4.6- Alimentación en camarones	25
4.6.1- Importancia de la alimentación.....	26
4.6.2– Requerimientos nutricionales	26
4.6.3- Composición química del alimento	28
4.6.3.1– Los macro nutrientes en los alimentos	28
4.6.3.2– Los micronutrientes en alimento.....	29

4.6.4- Características organolépticas del alimento	29
4.6.4.1-Color.....	30
4.6.4.2-Tamaño de partícula en el alimento.....	30
4.6.4.3-Fracturas	31
4.6.5- Elaboración de alimentos peletizados.....	31
4.6.6- Factor de conversión alimenticia	32
4.6.7- Principios básicos para el alimento y su administración	33
4.6.8-Tabla de Alimentación.....	34
4.7- Tipos de alimentos	34
4.7.1- Forma de aplicación del alimento	37
4.7.2- Buenas prácticas acuícolas en alimento.....	39
4.7.3- Factores influyen en la alimentación.....	41
4.8-Muestreos poblacionales.....	43
4.8.1- Crecimiento.....	43
4.8.2- Ritmo de crecimiento	45
4.8.3-Tasa de crecimiento	45
4.8.4-Sobrevivencia	45
4.8.5- Rendimiento productivo	46
V. -MATERIALES Y METODOS	47
5.1- Localización del sitio de estudio	47
5.2- Dispositivo experimental	47
5.3- Diseño del experimento.....	48
5.3.1- Proceso de aclimatación:.....	48
5.4- Elaboración del alimento experimental	49
5.4.1- Elaboración de las harinas (pescado, soya, sorgo, maíz)	49
5.4.2. Pasos para la elaboración del alimento.....	50
5.5- monitoreo de los factores Físicos Químicos del agua de cultivo.....	51
5.5.1- Temperatura (T):.....	51
5.5.2- Salinidad:.....	51
5.5.3- pH:.....	51
5.6- Muestreos poblacionales.....	51
5.6.1- Crecimiento acumulado:	51
5.6.2- Ritmo de Crecimiento:	52
5.6.3- Tasa de Crecimiento:.....	52
5.6.4- Supervivencia	52

5.6.5- Rendimiento productivo	53
5.6.6-Factor de conversión:	53
VI.- RESULTADOS Y DISCUSION	54
6.1- Parámetros físicos químicos	54
6.1.1- Temperatura	54
6.1.2- pH.....	55
6.1.3- Salinidad.....	56
6.2- Muestreos poblacionales.....	57
6.2.1- Crecimiento acumulado	57
6.2.2- Ritmo de crecimiento	58
6.2.3- Tasa de crecimiento.....	59
6.2.4- Supervivencia.....	60
6.2.5- Rendimiento Productivo	61
6.2.6- Factor de conversión alimenticia	62
VII. –CONCLUSIÓN.....	63
VIII.-RECOMENDACIONES	65
IX.- BIBLIOGRAFIA	66
X.- ANEXOS	73

AGRADECIMIENTO

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

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

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

Br. Freddy David Vargas Aguirre.

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado en primer lugar a mi madre Claudia Patricia Aguirre Delgado, A mi padre Freddy David Vargas Morales por apoyarme en todo y confiar en mí, A mi prima Ninoska del Socorro Pérez Vargas por su apoyo moral incondicionalmente.

A mis amigos y compañeros de clase que me brindaron su apoyo y amistad De una u otra manera.

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

Br. Freddy David Vargas Aguirre.

RESUMEN

A partir de la última crisis energética la camaronicultura vario sus costos de producción por un lado los propios derivados del petróleo que fueron aumentado en más de 54 veces y el costo de la harina de pescado que es el insumo más costoso en la elaboración del alimento. Estos alimentos han llegado a ser cerca del 40% de los costos operativos en las granjas camaroneras. En este trabajo pretendemos contribuir con el conocimiento del efecto de los alimentos comercial (35%) y experimental (30%) sobre el crecimiento de los camarones en los dispositivos experimentales. Los resultados muestran que El registro de la temperatura donde se aplicó alimento experimental oscilo entre 29 grados y 33.3 grados, en los recipientes donde se aplicó el alimento comercial los valores oscilaron entre 28.5 y 31.8 grados, El registro del pH donde se aplicó alimento experimental osciló entre 6.9 y 7.3 como valor máximo , donde se aplicó el alimento comercial los valores oscilaron entre 6.9 y 7.2, El registro de la salinidad fue de 29.6 el día 3 y 36 ‰ como valor máximo, donde se aplicó el alimento comercial los valores oscilaron entre 29.6 y 35.6, En cuanto al crecimiento acumulado la dieta alimenticia experimental que reportó mayor peso promedio fue de 1.33g, y la dieta comercial reporto él menor peso promedio de 1.26g, mientras que el ritmo de crecimiento indico que las postlarvas en promedio crecían 0.26 gr en la dieta experimental y 0.24 gr en la dieta comercial, se obtuvo una tasa de crecimiento al final del cultivo en la dieta experimental de 1.2 gr y los organismos con la dieta comercial tuvieron una tasa de crecimiento de 1.9. gr, En los dos tratamientos experimentales de alimentación se obtuvo una sobrevivencia equivalente al 100%, el rendimiento productivo demostró una cosecha de 2830.2 libras de camarón entero por hectárea a través del alimento experimental y 2681.3 libras de camarón entero por hectárea a través del alimento comercial, y El FCA de más alto fue en el tercer muestreo de 15.6 (dieta experimental), mientras que el FCA mas alto fue en el tercer muestreo de 16.0 (dieta comercial).

I.- INTRODUCCIÓN

La acuicultura es una industria que se ha convertido en una de las alternativas con mayor viabilidad económica para la producción de alimento, apoyándose en técnicas y procesos sobre los cuales se cultivan organismos acuáticos en condiciones controladas, el cultivo de camarón se ha desarrollado de manera exponencial en todo el mundo, expandiéndose más que cualquier otro sector productivo pecuario. Esta actividad desempeña un papel fundamental en los medios de subsistencia de millones de personas en todo el mundo. De acuerdo al último reporte mundial de la FAO, el camarón continúa como el principal producto acuático comercializado, alcanzando ingresos superiores a los \$14000 millones de dólares. (FAO, 2009).

A medida que esta industria crezca se espera una mayor demanda de alimentos para los organismos acuáticos (Ratafía, 1995). Históricamente la harina de pescado ha sido la fuente de proteína más utilizada, a pesar de su costo. Sin embargo con el crecimiento de la acuicultura, se espera que aumente la demanda de harina de pescado y consecuentemente su precio (Sudaryono, *et al.*, 1995).

En Nicaragua la acuicultura se ha venido incrementando con el paso de los años, las empresas para generar una mayor producción y consigo una mayor ganancia, aumentan la densidad de siembra para tener mayores cosechas, pero para mantener esas altas densidades de siembras, no basta con el alimento natural que hay en el cuerpo de agua del estanque (Fitoplancton) para satisfacer las necesidades alimenticia del camarón, sino que también hay que complementarlo con alimento artificial el cual tiene un costo muy alto (principalmente por la harina de pescado) aumentando los costos de insumos y disminuyendo las ganancias de la producción. El alimento suplementario es muy costoso, por lo que es un problema que afecta de manera que incrementa la inversión en la producción del camarón afectando principalmente a las pequeñas y grandes empresa camaroneras.

Es de conocimiento de todo el sector productivo camaronicultor que la ración usada en el sistema de cultivo intensivo semi intensivo es responsable por el 50 a 60 % de los costos de producción (Seiffert, 2004), de esta manera todo el sector productivo está en una constante búsqueda de dietas de calidad reconocida así como también de métodos de manejo de la alimentación que sirvan para disminuir el índice de conversión alimenticia.

La utilización de alimentos concentrados completos para animales surgió de la necesidad de lograr mayor rendimiento en un menor tiempo, para de esta manera mejorar la rentabilidad de los proyectos de crianza, desde hace años, se ha investigado, con la finalidad de encontrar sustitutos que puedan suplir total o parcialmente a la harina de pescado, existen diversos ingredientes que se emplean convencionalmente en la preparación de dietas para camarones. La combinación de ambos tipos, convencionales y no convencionales, puede contribuir a disminuir los costos y a adecuar el alimento a las particularidades regionales de producción de la materia prima.

Actualmente hay investigaciones alternativas de alimento experimental para disminuir los costos en alimentos, en Nicaragua algunas materias primas tales como la soya el sorgo o el maíz puede ser una alternativa para sustituir los altos costos que tiene el alimento complementario para camarón debido a que se ha demostrado que poseen proteínas que ayudan en el crecimiento del camarón y a un costo menor.

Con esta investigación se pretende dar respuesta a los productores que hay otras alternativas más económicas para hacer alimento con productos convencionales para mejorar la producción disminuyendo los costos y mejorando las ganancias.

II. -OBJETIVOS

General

Comparar los efectos de una dieta 35% de proteína (comercial) y 30% de proteína (experimental) sobre el crecimiento de postlarvas de los camarones *Litopenaeus vannamei*.

Específicos

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

III.- HIPÓTESIS

Ho: El crecimiento de las postlarvas alimentadas con la dieta experimental (30% de proteína) es menor que los camarones alimentados con la dieta comercial (35% de proteína).

Ha: El crecimiento de las postlarvas alimentadas con la dieta experimental (30% de proteína) es mayor que los camarones alimentados con dieta comercial (35% de proteína).

IV.- LITERATURA REVISADA

4.1 Biología del camarón

4.1.1 – Ciclo de vida

En la etapa adulta se da la copulación, desove en el mar a grandes profundidades entre 18 y 27 m, generalmente cuando ocurren las mudas. Los machos se adhieren a las hembras un saco espermático, después de cierto tiempo las hembras rompen dicho espermatoforo con el fin de fertilizar los huevos (500,000 a 1, 000,000), los que tienen un diámetro aproximado de 3 micras. Los huevos son liberados tardando unas 24 horas para eclosionar.

Después de eclosionar el huevo, el siguiente estadio es el nauplio, el cual consta de cinco fases, estos se alimentan de su reserva o del vitelo del huevo. Luego pasa al estadio zoea o protozoea, en el cual se alimenta de fitoplancton durante las tres fases de este estadio. El siguiente estadio es mysis, el cual comprende tres fases, durante este periodo se alimenta de zooplancton. Luego existen varios estadios de postlarvas.

Las postlarvas son arrastradas hacia las costas donde adquieren hábitos bentónicos, estas tienen un tamaño aproximado de 7mm. Permanecen en los ecosistemas estuarinos de 3 a 4 meses hasta alcanzar tamaños de 4 a 10 cm. Posteriormente emigran a mar abierto donde alcanzan su madurez sexual para comenzar de nuevo el ciclo. Este ciclo dura aproximadamente 12 meses. (Saavedra M, 2001).

4.1.2 – Cuadro Nº1 taxonomía del género *Litopenaeus vannamei*

Phylum	Artrópoda
Clase:	Crustacea
Orden	Decápoda
Suborden	Dendobranchiata
Superfamilia	Litopenaoidae
Familia	Litopenaeidae
Género	Litopenaeus
Especie	vannamei.

(Herrera y Martínez, 2009).

4.2 – Ecofisiología

Los camarones toman energía de los alimentos para mantener las concentraciones de sales, aumentar la biomasa, circulación de la sangre, etc. A este proceso se le conoce como metabolismo energético. (Rosas, 1999). En el intercambio de materia y energía entre los animales acuáticos y su ambiente se llevan a cabo intercambios respiratorios. Estos involucran el consumo de oxígeno y la expulsión de bióxido de carbono al agua. La expulsión de agua no puede ser medida (particularmente en animales acuáticos) y la medición del CO₂ expelido es difícil debido a que la solubilidad de este gas en el agua es muy alta. Es por esta razón que la actividad respiratoria es más frecuentemente medida como consumo de oxígeno. (Martínez, 2012)

Los requerimientos de energía de los camarones depende de las variaciones ambientales y por la capacidad de adaptación del animal al ambiente (natural o controlado), así por ejemplo ante cambios repentinos en la salinidad, se empleará más energía de lo normal para adaptarse y sobrevivir al nuevo medio; así también en algunos procesos metabólicos como en mudas y estadios larvales se requiere más energía. Al analizar y tomar en cuenta lo anterior, se sabrá la cantidad y

calidad del alimento para suplir las necesidades de energía del organismo, de esa manera se efectuaran adecuadamente los procesos biológicos internos y el crecimiento de los camarones.

La energía es utilizada para realizar trabajo. Existen varios tipos de energía útiles, entre ellas mencionamos; solar, química, eléctrica, mecánica y el calor. Al tomar los alimentos, se da la conversión de la energía, durante este proceso parte de la energía se pierde en forma de calor. Es por eso que, a través de muchas investigaciones, se a tratado de formular alimento para camarón que reduzca al máximo la perdida de energía durante la absorción y la digestión de los alimentos.

Los camarones son totalmente dependientes de la entrada de alimento. La energía asimilada mantiene las funciones biológicas básicas, entre ellas está la circulación, respiración, coordinación del sistema nervioso, digestión, reparación de tejidos etc. A esto se le conoce como energía catabólica. La energía utilizada para aumentar la biomasa es anabólica, la suma de la energía catabólica y anabólica da como resultado la energía metabólica. (Rosas, 1999).

4.3- Sistema digestivo en postlarvas

4.3.1- Apéndices

Los apéndices están ubicados en la parte cefálica denominados mandíbulas, maxilas que rodean la boca y maceran los alimentos antes de que estos sean introducidos en el esófago el cual es corto, los tres primeros pares de apéndices torácicos están transformados en patas maxilas o maxilipedos y también colaboran en la maceración y manipulación del alimento, el resto de apéndices torácicos tienen función locomotora. En el caso de las antenas y las anténulas estas contribuyen en la ubicación y reconocimiento del alimento debido a la capacidad quimiorreceptora que poseen (Guevara, 2003).

4.3.2- Estómago e intestino

Del esófago se pasa al estómago el cual está dividido en 2 partes: la anterior denominada cardíaca o estomacal la cual reserva los alimentos ingeridos y la parte posterior o pilórica. La parte anterior de ambos estómagos poseen un

espeso revestimiento quitinoso con elementos calcáreos, cerdas, espinas, filtros y repliegues que van a contribuir en la molienda del alimento.

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

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

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

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

4.3.3- Hepatopáncreas o glándula del intestino medio

La función principal de este es la producción de enzimas digestivas que envía al intestino medio para la degradación química del alimento, sin embargo, contribuye también como órgano reservorio y como órgano de absorción de los productos digestivos. Dicha glándula está conformada por un conjunto de túbulos ciegos, los

cuales están conformados por células de absorción y acumulación, secretoras y fibrilares (Guevara, 2003).

4.3.4- Fisiología digestiva en camarones

Las enzimas están todas secretadas en un jugo digestivo por el hepatopáncreas, este almacena glicógeno, grasa y calcio, a la vez el contenido enzimático para las diferentes reacciones metabólicas. El sistema digestivo de los crustáceos presenta un pH que varía entre 5.0 y 7.0 lo que indica que no es muy ácido. El nivel de enzimas en los decápodos no es constante en especial en las etapas de muda (ecdisis), estas variaciones parecen estar altamente influenciadas por un control hormonal. (Guevara, 2003).

4.4- Sistema de producción

4.4.1- Sistema Extensivo

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

Este cultivo está sujeto a las variaciones del clima, así como al tipo de explotación que se realice del agua. Las capturas dependen, entre otros factores, de la disponibilidad de postlarvas silvestres.

Se caracteriza por:

- Utilización de bajas densidades de población en relación con el área de cultivo.
- Un bajo o nulo control en el cultivo. O la producción por volumen es menor, de 200 a 300 Lb/Ha/año. (Barreto A, et al, 2012).

4.4.2- Sistema Semintensivo

Este sistema de cultivo, practicado en estanques, se basa En monocultivo o policultivo a densidades bajas a medias, hasta 5-20 camarones por metro cuadrado, según las peculiaridades de cada sitio. A diferencia del extensivo, donde los animales sólo consumen el alimento natural disponible, en este cultivo la alimentación natural se ve mejorada por la fertilización artificial mediante la aplicación de fertilizantes orgánicos (excretas animales, composta, etc.) e inorgánicos (urea, nitrato de amonio, superfosfato, etc.), lo que permite incrementar la diversidad de especies y aprovechar toda la columna de agua.

Es un sistema de siembra-fertilización-cosecha, que requiere de una atención sistemática. Se practican en forma similar a la extensiva pero en estanques contruidos por el hombre, en donde se complementa la alimentación con alimento artificial.

Se caracteriza por:

- Las instalaciones son recintos contruidos por el hombre.
- Requerimiento de un bajo nivel tecnológico y de inversión,
- Suele exigir extensiones de terrenos de entre 10 y 20 hectáreas.
- Tener uno o dos ciclos al año. (Barreto, et al, 2012).

4.4.3- Sistema Intensivo

Este es el cultivo que presenta más exigencias, debido a las altas densidades con que se trabaja, pudiendo alcanzar desde 20 a 60 camarones por metro cuadrado. En correspondencia con esto, los rendimientos son elevados. En este caso, la alimentación que reciben los camarones es totalmente artificial, mediante piensos concentrados peletizados; en algunos casos los requerimientos tecnológicos son también superiores, necesitándose el uso de aireadores para mantener niveles de oxígeno adecuados, mayor recambio del agua, etc.

En general los estanques son pequeños (0,1–1,0 ha) sean cuadrados o redondos. La profundidad suele ser mayor a 1,5 m² por lo general, estos cultivos se realizan con una sola especie. Se efectúa con fines comerciales en estanques contruidos,

en sistemas de cascada (Raceways), en canales abiertos o en jaulas situadas en los embalses. (Barreto, et al, 2012), el caso para el cultivo de tipo intensivo se espera supervivencias estimadas entre 65 y 75%. (Barreto, et al, 2012).

Se realiza un control permanente de la calidad de agua. La alimentación básicamente es concentrada con bajos niveles o nulos de fertilización, Los factores de conversión alimenticia fluctúan entre 1,4 y 1,8:1. (FAO, 2006-2012).

Se caracteriza por:

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

4.4.4- Sistema hiperintensivo

La investigación desarrollada recientemente en Estados Unidos de Norteamérica se ha enfocado al crecimiento del *L.vannamei* en sistemas de canales de flujo rápido hiper-intensivos en invernaderos, sin recambio de agua (salvo el reemplazo de pérdidas por evaporación) o la descarga, utilizando postlarvas de

cepas, por lo tanto son bioseguros, sustentables, con poco impacto ecológico pudiendo producir camarón de alta calidad con eficiencia costo-beneficio.

El cultivo en canales de 282 m² con 300–450 cam/m² de entre 0,5 y 2 g para su crecimiento entre 3 y 5 meses, ha logrado obtener producciones de entre 28 000 y 68 000 kg/ha/cosecha a tasas de crecimiento de 1,5 g/semana, tasas de sobrevivencia de 55–91 por ciento, con un peso promedio de entre 16 y 26 g y factores de conversión alimenticia de 1,5–2,6:1. (FAO, 2006).

4.4.5- 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. Las tecnologías de producción del cultivo de camarón existentes permiten el desarrollo y aprovechamiento en forma eficiente, bioseguridad y sustentable, lo que facilita que hoy en día con la experiencia y asesoría de profesionales en la rama, se produce en lugares donde antes no era posible. (Tangeomex, 2010).

Se propuso 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. (Shpigelet *et al*, 1993).

Un sistema trifásico está dividido por 3 fases:

1^{era} fase: Estado larvario: Las postlarvas de camarón (pls 12 aproximadamente) son aclimatadas y sembradas en invernadero (con estanques en forma de raceway 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/m². (Piedrahita, 2003).

2^{da} fase: Estanques para pre-engorda de camarón: 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 o pre-cría 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/m² 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 raceway, 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).

3^{ra} 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. (Piedrahita, 2003).

Ventajas del sistema cultivo trifásico.

- Una de las cosas que hace más atractivo a este sistema hacia las empresas es que la reducción de costos económicos mayor que el del sistema de cultivo tradicional.
- Tienen la ventaja de reducir el tiempo de cultivo, aumentando la rotatividad 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 las hora de recambio.
- Aumenta el rendimiento productivo con respecto al sistema tradicional. (Piedrahita, 2003).

4.5-Calidad de agua

4.5.1-Importancia de la calidad de agua

Es importante tener un buen control sobre la calidad de agua de los camarones en cultivos debido a que una manutención inadecuada de la calidad de agua o el deterioro de la misma, puede traer consecuencias negativas para el cultivo como la reducción de las tasas de crecimiento de un organismo, el aumento de la susceptibilidad a enfermedades, la interrupción de la maduración sexual o inclusive la muerte de los organismos cultivados.

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

Con respecto al cultivo de los organismos acuáticos, cualquier característica del agua que afecte de un modo u otro el comportamiento, la reproducción, el crecimiento, los rendimientos por unidad de área, la productividad primaria y el manejo de las especies acuáticas, es una variable de la calidad del agua. (Herrera C, 2012)

4.5.2- Factores físico-químicos del agua

Con el cuidado de los parámetros ambientales se busca mantener las mejores condiciones durante el cultivo para lograr la mejor sobrevivencia, los más rápidos y crecimiento homogéneo. (Herrera, 1999)

Los requerimientos de los parámetros permiten prevenir problemas, tomando medidas correctivas antes de que estos se presenten. (Martínez E y Zapata B, 1997)

4.5.2.1– Temperatura

La temperatura es una magnitud que refleja el nivel térmico de un cuerpo (su capacidad para ceder energía calorífica) y el calor es la energía que pierde o gana en ciertos procesos (es un flujo de energía entre dos cuerpos que están a diferentes temperaturas).

La temperatura es un factor abiótico que regula los procesos vitales para los organismos vivos, así como también afecta las propiedades químicas y físicas de otros factores abióticos en un ecosistema.

El consumo de O₂ decrece relativamente a medida que la temperatura va incrementándose. Una temperatura letal es alcanzable decreciendo totalmente el consumo de O₂.

La temperatura del agua varía en pequeños intervalos durante el día debido a la elevada capacidad calorífica (es la energía necesaria para aumentar una unidad de temperatura) de la misma. En cuerpos de agua profundos las capas inferiores no presentan cambios significativos en la temperatura, las capas afectadas son las superficiales con variaciones de hasta 25°C.

El proceso de descomposición de la materia se acelera al aumentar por encima de 25°C, es considerada para el cultivo. La temperatura afecta la solubilidad del oxígeno en el agua y su consumo por los organismos aumentando o disminuyendo su actividad biológica. (Herrera C, 2012)

La temperatura óptima del agua para el crecimiento rápido del camarón deben ser superiores a los 28 grados centígrados y menores a los 33 grados centígrados (Martínez E, 2012), es un parámetro importante que influye directamente en los organismos acuáticos afectando la respiración, crecimiento y la reproducción. (Santamaría, 1991 y Clifford, 1992).

Los procesos biológicos como crecimiento y respiración se duplican, en general por cada °C que aumenta la temperatura, consume el doble de oxígeno disuelto y es más crítico en temperaturas cálidas que en las frías. El crecimiento y la respiración de otros organismos que comparten el estanque, así como las reacciones químicas en su agua y suelo se incrementan aumentando la temperatura. Por ello los factores ambientales y en particular las variables de la calidad de agua, son más críticos conforme aumenta la temperatura. (Herrera C, 2012).

4.5.2.2- Oxígeno disuelto (OD)

El oxígeno disuelto es la variable más crítica para la calidad del agua en un estanque. Los granjeros deben entender muy bien qué factores afectan la concentración de oxígeno disuelto en el agua y cómo influye una baja concentración de oxígeno disuelto en el camarón.

La luz que pasa a través del agua se reduce rápidamente, y la tasa en que disminuye su penetración crece con el aumento de la turbidez. Como resultado,

la fotosíntesis ocurre en la superficie y la concentración de oxígeno disminuye con la profundidad. También los "blooms" de plancton reducen la penetración de luz; su disponibilidad a distintas profundidades es proporcional a la cantidad de plancton.

Dado que en estanques con mucho plancton el oxígeno disuelto puede reducirse hasta 0 mg/L a una profundidad de 1.5 o 1.2 m, resulta mejor utilizar estanques relativamente poco profundos.

El ciclo que sigue la concentración de oxígeno disuelto es diario. La concentración más baja corresponde a la madrugada, durante el día aumenta por efecto de la fotosíntesis y la máxima concentración de oxígeno disuelto es por la tarde. Por la noche la fotosíntesis se detiene, pero como las necesidades de oxígeno de los organismos del estanque continúan, las concentraciones de oxígeno disminuyen.

El ciclo diario del oxígeno disuelto es más pronunciado en estanques con brotes fuertes de fitoplancton. El efecto del ciclo diario del oxígeno sobre los camarones es poco conocido, pero un buen crecimiento se logra cuando las concentraciones de oxígeno no descienden más de 30 o 40% de saturación durante la noche, y siempre que esté bajo nivel de concentración de oxígeno no perdure más de 1 o 2 horas.

Las nubes pueden tener influencia en la concentración de oxígeno disuelto. Esto porque, aunque el efecto en la respiración es menor, en un día nublado se reduce la producción de la fotosíntesis. Un clima nublado influye más en un estanque con un bloom fuerte de fitoplancton, que en un estanque con menos fitoplancton.

En resumen, conforme la tasa de fertilización o de provisión de alimento balanceado se incrementa, aumenta también el fitoplancton. Esto permite una acuicultura más productiva, pero también hace que la fluctuación del oxígeno disuelto sea mayor entre el día y la noche y que su disponibilidad disminuya a mayor profundidad. Si tales tasas son muy altas, los brotes de fitoplancton se

volverán tan densos que el camarón mermará su crecimiento o incluso morirá debido a la baja concentración de oxígeno.

El productor puede ajustar la fertilización de los estanques y la alimentación, de tal forma que exista un nivel adecuado de plancton y de oxígeno disuelto para el camarón. Debido a las diferentes respuestas de los estanques a los fertilizantes y alimentos balanceados, no hay una cantidad única para fertilizar y para añadir alimento. Es muy importante que el administrador observe cada día los estanques y maneje las cantidades según las condiciones variables de cada estanque. (Herrera C, 2012)

Factores que disminuyen el nivel de Oxígeno disuelto:

- ✓ Descomposición de la materia orgánica.
- ✓ Alimento no consumido.
- ✓ Heces.
- ✓ Animales muertos.
- ✓ Aumento de la tasa metabólica por el incremento en la temperatura (variación de la temperatura del día con respecto a la noche).
- ✓ Respiración del plancton (organismos microscópicos vegetales y animales que conforman la productividad primaria).
- ✓ Desgasificación: salida del oxígeno del agua hacia la atmósfera.
- ✓ Nubosidad: en días opacos las algas no producen el suficiente oxígeno.
- ✓ Aumento de sólidos en suspensión: residuos de sedimentos en el agua, heces, etc.
- ✓ Densidad de siembra.

(Herrera C, 2012)

Consecuencias de las bajas prolongadas de Oxígeno:

- ✓ Disminuye la tasa de crecimiento del animal.
- ✓ Aumenta la conversión alimenticia (relación alimento consumido/ aumento de peso).
- ✓ Se produce inapetencia y letargia.
- ✓ Causa enfermedad a nivel de branquias.
- ✓ Produce inmunosupresión y susceptibilidad a enfermedades.
- ✓ Disminuye la capacidad reproductiva.

(Herrera C, 2012)

Factores que influyen en las diferentes concentraciones de Oxígeno Disuelto

- ✓ Los valores de O.D disminuyen con la temperatura. Concentraciones consideradas típicas para agua superficial están influenciadas por la temperatura, pero normalmente están entre 7 a 8 ppm (mg/L).
- ✓ La vida acuática requiere de O.D. La mayoría de los animales acuáticos necesitan una concentración > 1ppm (mg/L) para sobrevivir. Dependiendo del tipo y condiciones de cultivo, necesitan de 4 a 5 ppm para evitar stress.
- ✓ Varía significativamente en aguas superficiales, y generalmente es muy bajo, o está ausente en aguas subterráneas.
- ✓ En piscinas de producción acuícola el OD fluctúa debido a la producción de oxígeno fotosintética por parte de las algas durante el día, y el continuo consumo de oxígeno durante la respiración.

- ✓ El OD típicamente alcanza el máximo nivel en las últimas horas de la tarde, y un mínimo alrededor del amanecer.
- ✓ Causas de muerte o stress de camarones por disminución de O.D.
- ✓ Cielo nublado, lluvia, muerte de plancton, alta densidad de siembra.
- ✓ El oxígeno es ligeramente soluble en agua. El agua en piscinas podría estar frecuentemente súper-saturada con oxígeno con el bloom de algas.
- ✓ A nivel del mar, a una temperatura de 25oC, al agua pura contiene alrededor de 8 ppm (mg/L) de OD cuando está 100% saturada.
- ✓ En horas de la tarde, pueden haber niveles de 10 a 14 mg/L, en piscinas con bloom de algas saludables.

(Herrera C, 2012)

Oxígeno Disuelto: Signos y Manejo

Si el O.D alcanza bajos niveles, los camarones y peces mostrarán los siguientes signos:

- ✓ Inactivos y no comen
- ✓ Bocanadas de aire (jadeo) en la superficie del agua
- ✓ Agrupados cerca del afluyente
- ✓ Crecimiento lento
- ✓ Brote de enfermedades y parásitos

(Herrera, 2012)

Como medidas de prevención se aplican técnicas de manejo que incluyen:

- ✓ Monitoreo de O.D a intervalos de tiempo críticos
- ✓ Evitar sobre alimentación
- ✓ Apropiado nivel de siembra
- ✓ Evitar sobre fertilización
- ✓ Control del crecimiento de plantas
- ✓ Implementar algún método de aireación
- ✓ Mantener el agua en circulación

La concentración de Oxígeno en un estanque puede variar de acuerdo a las siguientes condiciones

1.- Iluminación solar. Sin esta no es posible la fotosíntesis y por consiguiente la producción de Oxígeno.

2.- La temperatura que influye en la descomposición de la materia orgánica y que en su degradación consume oxígeno a mayor temperatura del agua más rápido es el proceso de degradación y por consiguiente es mayor el consumo de Oxígeno.

3.- La cantidad de fitoplancton que libera oxígeno durante el día y lo consume durante la noche.

(Herrera, 2012)

4.5.2.3– pH

Se define como el logaritmo negativo de la concentración de iones de hidrógeno (H⁺): $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$. El pH indica cuán ácida o básica es el agua. De una manera más práctica, el agua con un pH de 7 no se considera ni ácida ni básica sino

neutra. Cuando el pH es inferior a 7 el agua es ácida, y cuando el pH es superior a 7 el agua es básica. La escala de pH es de 0 a 14, mientras más lejano sea el pH de 7 el agua es más ácida o más básica. (Herrera, 2012)

Los estanques de agua salobre generalmente tienen un pH de 7 u 8 por la mañana, pero en la tarde generalmente suben a 8 ó 9. La fluctuación diaria del pH en los estanques resulta de los cambios en la fotosíntesis del fitoplancton y otras plantas acuáticas. El dióxido de carbono es ácido tal como se muestra en la siguiente ecuación: $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HCO}_3^- + \text{H}^+$.

Si la concentración de dióxido de carbono crece, la de iones de hidrógeno aumenta y el pH disminuye y, al contrario, si disminuye la concentración de dióxido de carbono, la de iones de hidrógeno cae y el pH aumenta. Durante el día el fitoplancton consume dióxido de carbono y el pH del agua aumenta. Por la noche, el fitoplancton no utiliza el dióxido de carbono, pero todos los organismos del estanque sueltan dióxido de carbono durante la respiración y a medida que se acumula el dióxido de carbono el pH baja.

La fluctuación diaria no siempre es tan grande como se muestra, pero cuando el fitoplancton es abundante puede existir una gran fluctuación en el pH. A diferencia de los estanques con menor alcalinidad total, los estanques con alcalinidad total alta o moderada generalmente presentan un pH alto durante la mañana. Cuando abunda el fitoplancton, el pH aumenta durante el mediodía más en estanques con baja alcalinidad, que en los de mayor alcalinidad, por el efecto de amortiguación aportado por la alcalinidad alta. (Herrera, 2012)

Cuadro N°2 efecto del pH sobre el crecimiento de camarones

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

El rango normal para el rápido crecimiento del camarón fluctúa entre los 6.5 a 9 (Martínez, 2012) es recomendable que el pH del agua no se presente en grandes fluctuaciones, ya que estos aumentan la susceptibilidad del estanque de parásitos y enfermedades (Santamaría y García 1991). Cuando presentan bajos niveles puede estresar al camarón, causando un reblandecimiento de la concha y pobre sobrevivencia del camarón afectándolo.

4.5.2.4– Salinidad (S‰)

Se refiere a la concentración total de iones (sales) disueltos en el agua (Clifford, 1992). La salinidad depende básicamente de siete iones, cuyo valor promedio de concentración en el agua de mar es: Sodio, 10,500 mg/L; Magnesio, 1,450 mg/L; Calcio, 400 mg/L; Potasio, 370 mg/L; Cloruro, 19,000 mg/L; Sulfato, 2,700 mg/L; Bicarbonato, 142 mg/L. La salinidad promedio del agua de mar es 34.5 partes por mil (ppm). (Herrera, 2012)

En agua salobre, la salinidad varía de acuerdo a la salinidad de la fuente de agua. La salinidad en las aguas estuarinas puede ser similar a la del agua dulce durante la época de lluvia y aumentar durante la sequía. Los estuarios con acceso limitado al mar tienen mayor salinidad que éste durante la temporada de sequía ya que los iones se concentran a causa de la evaporación. La salinidad disminuye conforme se aleja de la boca del estuario y la salinidad puede estratificarse de acuerdo a la profundidad en el estuario. (Herrera, 2012)

El camarón, es un animal eurihalino y puede soportar cambios altos de salinidad. El rango óptimo para alcanzar los mejores resultados se de 10 a 40 partes por mil

(ppm) (Martínez, 2012). Pero los cambios bruscos le pueden ocasionar problemas de estrés hasta la muerte. Durante la estación lluviosa en las cuencas estuarinas debido a la abundancia de lluvia provoca una disminución en la salinidad de los estanques entre 8 a 10 ppm (Santamaría y García 1991).

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).

Cuadro Nº 3 Principios generales del manejo de salinidad

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

(Herrera 2012)

Una salinidad alta puede afectar negativamente:

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

La salinidad tiene también un efecto indirecto sobre los camarones bajando la solubilidad del oxígeno en el agua y su disponibilidad para los animales. En estas

condiciones vemos que para asegurar la producción durante el período de salinidades altas haría falta efectuar recambios mayores de agua. (Herrera, 2012)

4.6- Alimentación en camarones

La alimentación es un factor decisivo para el desarrollo exitoso en cualquier cultivo de organismos acuáticos y pueden representar del 50 -70% del costo total de producción, por lo que se debe dar un óptimo aprovechamiento de la misma.

El camarón presenta diferentes hábitos alimenticios durante su ciclo de vida. Como larva juvenil (Zoea) es planctónico, filtrando algas microscópicas y otros materiales suspendidos en el agua. Como larva adulta (mysis) es mayormente depredadora consumiendo generalmente proteína animal como artemia. Luego de la metamorfosis a post-larva /juvenil se vuelven carroñeros bentónicos, nutriéndose de una variedad de alimentos y siendo omnívoros el resto del ciclo. (Hernández, 2010).

Dentro del cultivo del camarón, y dependiendo del sistema de cultivo se pueden dar dos tipos de alimentación (natural y comercial), pero dado que en el momento de introducir agua al estanque, células fito-planctónicas pueden ir con estas, formando parte de la alimentación del camarón junto con la alimentación comercial. (Martínez y Herrera, 2009). Las raciones de alimento deben basarse en tablas de alimentación que tomen en cuenta la biomasa de camarón.

Hay que mencionar que del 100% del alimento suministrado sólo es consumido un 85% por el camarón *Litopenaeus vannamei* y que de estos sólo un 48% es utilizado para generar y mantener la energía metabólica que es muy aprovechada para el momento de la muda; además de excreción de metabolitos y exceso de nutrientes. De esto queda un 37% del cual el 20% es ocupado para biomasa y heces fecales, y el 17% restante es aprovechado para la cosecha (Crecimiento).

4.6.1- Importancia de la alimentación

La utilización de alimentos concentrados para cultivos de camarones surgió de la necesidad de lograr mayor rendimiento en un menor tiempo, para de esta manera mejorar la rentabilidad del cultivo. La elaboración de una dieta artificial tanto para peces y crustáceos como para cualquier otro animal de crianza tiene dos etapas principales en su conjunto: la formulación y el proceso de fabricación. (Guevara, 2003).

4.6.2- Requerimientos nutricionales

La nutrición comprende los procesos químicos y fisiológicos que proveen nutrientes al animal y por lo tanto la energía necesaria para realizar sus funciones vitales y aumentar su biomasa. (Zendejas, 1992). Por lo consiguiente este proceso involucra ingestión, digestión, absorción transporte de nutrientes y por último eliminación de desechos. (Cruz, 1993).

Los requerimientos nutricionales del camarón han sido estudiados a profundidad, los resultados de estos estudios establecieron la necesidad de proveerles con proteínas, lípidos, minerales y vitaminas. La carencia de uno de ellos significa la disminución en el crecimiento o la muerte aunque la presencia de los demás sea adecuada. (Santamaría, 2009).

En las diferentes etapas del cultivo del camarón, las fuentes de nutrientes pueden variar, en cuestión de requerimiento de material para crecimiento y nutrientes esenciales e indispensables para su desarrollo y salud.

Existen aminoácidos esenciales los cuales componen las proteínas y estos son utilizados para componer los órganos de los cuerpos, así como los lípidos (como fuente importante para la energía metabólica), minerales (que se clasifican en dos grandes grupos) y vitaminas (que pueden o no ser sintetizada por el cuerpo de los animales).

Requerimiento de proteína/ amino ácidos en camarones: Se ha deducido que la ganancia de peso en camarones pequeños (4,0 g) depende más de los niveles de proteína utilizada, de igual manera se ha demostrado la especificidad con respecto a las necesidades proteicas. Así, con los alimentos con 30% de proteínas se obtienen buenos resultados en especies primitivas como Litopenaeus vannamei y Litopenaeus stylirostris, mientras que este nivel no satisface los niveles nutricionales de especie más evolucionados como Litopenaeus japonicus. (Guevara, 2003).

Cuadro N°4. Niveles de proteínas recomendados en alimentos comerciales para camarones

Peso (g)	Nivel de proteína (%)
0,01-0,5	45
0,50-3,0	40
3,00-15,0	38
15,00-40,0	36

(Guevara, 2003).

Las proteínas están consideradas como el constituyente más importante de cualquier célula viviente y presenta el grupo químico más abundante en el cuerpo de los animales, las proteínas son componentes esenciales tanto del núcleo celular como el protoplasma celular y por tanto el grueso del tejido muscular, órganos internos, cerebro, nervios y piel. Además de ser una fuente de energía también pueden ser utilizados por el camarón en la síntesis de metabolitos intermediarios importantes tales como aminoácidos no esenciales, ácidos nucleicos y quitina. (Terrazas, et al, 2010).

La utilización de carbohidratos por los crustáceos en general, como fuente de energía es limitada, pero su inclusión en la dieta permite que parte de la proteína ingerida sea utilizada para el crecimiento. Los lípidos en la dieta del camarón representan una fuente de energía metabólica, ya que son los componentes más energéticos, utilizado para las actividades que realiza a diario (movimientos o nadados) el camarón, de modo que el resto de los compuestos del alimento son destinados al crecimiento.

Las vitaminas (Liposolubles e hidrosolubles) son sustancias químicas no sintetizables por el organismo, presentes en pequeñas cantidades en los alimentos y son indispensables para la vida, la salud, la actividad física y cotidiana. No producen energía pero actúa en las reacciones bioquímicas provocando la liberación de energía.

Los minerales son, por lo menos, tan importantes como las vitaminas para lograr el mantenimiento del cuerpo y mantenerlo en perfecto estado de salud. Al igual que las vitaminas, el organismo no puede fabricarlos, debe utilizar las fuentes de alimentos, los suplementos nutritivos y la absorción a través del cuerpo, para poder asegurar un adecuado suministro de ellos. Después de la incorporación al organismo, los minerales no permanecen estáticos, sino que son transportados a todo el cuerpo y eliminados por excreción. (Longevus, 1999).

4.6.3- Composición química del alimento

4.6.3.1– Los macro nutrientes en los alimentos

Macronutrientes: Son aquellos nutrientes que suministran la mayor parte de la energía metabólica del organismo: Carbohidratos, proteínas y grasas. Desde sus inicios, la actividad del cultivo de camarones como un nuevo sistema de aprovechamiento del recurso camaronero, no utilizaba alimentación suplementaria, solamente se disponía de la que ingresaba con el agua y/o la que se desarrollaba dentro de las piscinas. Actualmente, debido al alto valor ya la gran demanda de camarones Litopeneidos en el mercado mundial ha estimulado la

implantación del sistema intensivo de producción. Esto conlleva a la utilización de alimentación suplementaria, que es expedida en el mercado bajo la denominación de alimento para camarones. (Alava y Lin, 1983)

La composición química de estos alimentos complementarios viene dada por la utilización relativa de los macronutrientes como proteínas, carbohidratos y lípidos, reflejados en los requerimientos cuantitativos nutricionales de los camarones, con sus necesidades cualitativas. (Andrews, y Sick. 1972)

Las proteínas son los componentes de los alimentos complementarios más importantes para el crecimiento óptimo de los camarones, en cuanto a cantidad y calidad de la fuente proteica. Se ha escrito mucho sobre los requerimientos proteicos de una serie de especies de camarones Litopeneidos, donde se han establecido estándares de niveles óptimos de proteína para su crecimiento en confinamiento. (Chen, et al, 1985)

4.6.3.2– Los micronutrientes en alimento

Son sustancias que se encuentran en cantidades muy pequeñas en los alimentos, pero son esenciales para el buen funcionamiento del organismo, a diferencia de los macronutrientes, los micronutrientes casi no aportan energía, sino que constituyen unos factores de colaboración esenciales para que el metabolismo funcione. Sin ellos no tendrían lugar los procesos de crecimiento y producción de energía, al igual que otras muchas funciones normales. (Andrews, y Sick, 1972)

Los Micronutrientes son principalmente:

1. Vitaminas (por ejemplo, las vitaminas A, B, C, D, E y K)
 2. Minerales (como el Calcio y Fósforo)
 3. Oligoelementos (como pueden ser el Hierro, Zinc, Selenio y Manganeso).
- (Andrews y Sick, 1972)

4.6.4- Características organolépticas del alimento

El aspecto visual del alimento peletizado es un indicativo útil de su calidad global. El consumidor a menudo juzga el alimento por su aspecto visual. Este aspecto es

una combinación de atributos entre los que se incluyen el color, agrietamiento, la forma, la longitud, y finos. La valoración visual del alimento una vez que se ha sumergido en el agua permite obtener información adicional que está más relacionada con las preferencias alimenticias y los resultados de rendimiento en el camarón.

4.6.4.1-Color.

El camarón come por quimio-atracción, por lo que el color del alimento es irrelevante para el animal; sin embargo, desde el punto de vista de la manufactura del alimento, el color es un indicativo de la composición de ingredientes y la calidad del proceso. Comúnmente el color de los alimentos para camarón es café oscuro debido a la coloración predominante en los ingredientes empleados y al tipo de proceso empleado para su elaboración. Normalmente la coloración debe ser uniforme; las variaciones en color indican una molienda y un mezclado inadecuado. (Cruz y Suarez, 2006).

4.6.4.2-Tamaño de partícula en el alimento.

Los alimentos para camarón no deben contener partículas grandes de ingredientes. Un tamaño de partículas desigual en el alimento, es también un indicador de una mala molienda. Con partículas grandes el camarón puede segregar esas partículas grandes de alimento, por lo que el alimento pasara de un alimento nutricionalmente balanceado a uno desbalanceado.

Cuadro N° 5. Características del pellet a aplicar en diferentes fases de cultivo del camarón.

Características	Inicio 1	Inicio 2	Engorde	Acabado
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

(Herrera y Martínez, 2009).

4.6.4.3-Fracturas

Un alimento bien procesado carece de fracturas, estas fracturas pueden permitir que el agua penetre en el pellet y reduzca la estabilidad en agua. Las fracturas se generan por defectos durante el proceso de elaboración, tamaño de partícula en los ingredientes inadecuados, enfriamiento rápido de los pellets etc.

El tamaño de los pellets, el color y la aparición de fracturas puede realizarse a simple vista o mediante el empleo de un microscopio estereoscópico. Ya que es un medio rápido y efectivo para evaluar la calidad de los alimentos y la influencia de los ingredientes y las condiciones de procesado en la estructura de los alimentos.

4.6.5– Elaboración de alimentos peletizados

En resumen, una típica Planta de Alimentos para camarón presentará una serie de maquinaria especializada para la producción de alimento para camarón, las cuales son:

- 1.- Reducción tamaño de partícula o molido fino (utilizando micro-pulverizadores o molinos de Martillo con tamices finos);
- 2.- Adecuado acondicionamiento de los ingredientes, siendo un acondicionador de triple Cámara de vapor el típicamente utilizada;
- 3.- Peletizadora
- 4.- Post-acondicionador, en el cual los pellets son mantenidos calientes y húmedos por un determinado período de tiempo (20-30 min.);
- 5.- Secado y enfriado.

Los pasos 1, 2 y 4 son utilizados solo para la producción de alimento para camarón. Los alimentos peletizados para peces o animales terrestres son normalmente fabricados sin una consideración extra en la molienda, acondicionamiento o post-acondicionamiento. A través de estos procesos especiales, el productor de alimento está intentando aumentar al máximo la Gelatinización de la fracción del almidón del alimento y en menor grado el cocimiento del gluten vital presente en el trigo o añadido como una materia prima individual. (Devresse, 2000).

4.6.6– Factor de conversión alimenticia

El programa de alimentación de un estanque de camarón requiere de suficiente cantidad de alimento para que el camarón alcance su máximo crecimiento. Al mismo tiempo el estanque no debe de sobrealimentarse ya que esto influye en la producción y los costos de producción de la granja. (Zendejas, 1992).

El objetivo del manejo de la alimentación es el de suplir la necesidad diaria de la biomasa existente, esto implica evitar la sobrealimentación; para lograrlo, los cálculos para estimar la ración del alimento deben de estar basados en muestreos de la sobrevivencia y crecimiento del camarón. Para medir la eficiencia en el manejo de la alimentación se utiliza la tasa de conversión alimenticia (FCA), que es la relación de la cantidad de alimento consumido y el peso corporal ganado del camarón. (Chávez, 2000).

El Factor de Conversión Alimenticia se calcula con la siguiente fórmula:

$$FCA = \frac{AC}{PG}$$

AC= Alimento consumido

PG= Peso ganado (gr)

Mientras más bajo el valor más eficiente el uso del alimento. Generalmente, valores de FCA menores de 1.5 son considerados buenos en cultivos semi-intensivos. Altos valores de FCA pueden resultar de alimentos nutricionalmente deficientes, sobrealimentación, pobre calidad de agua o alta densidad de las

especies en cultivos. Cuando se obtienen altos valores de FCA, es importante hacer una revisión crítica en el programa e alimentación y proceso de producción para tratar de identificar las causas. Esta revisión es importante si se considera que el alimento balanceado llega a representar hasta el 42% del costo de producción. Debido a esto el proceso de producción deben de ir encaminadas a lograr un crecimiento más rápido, mejor conversión alimenticia, y menor contaminación con menor costo posible. (Martínez y Herrera, 2007).

4.6.7- Principios básicos para el alimento y su administración

Cuando el cultivo de camarón empezó, era necesario hacer fuertes recambios de agua para remover el alimento no consumido y desperdicios que resultaban de usar residuos de pescado como alimento. Estas prácticas mejoraban la calidad del agua pero también dispersaban enfermedades. Cuando el alimento peletizado reemplazó a los desperdicios de pescado, los camaroneros continuaron haciendo fuertes recambios de agua. Eventualmente para combatir las enfermedades los granjeros disminuyeron la tasa de recambio, algunas veces usando el agua de reservorio antes que agua marina, que podría introducir enfermedades al estanque. Durante el mismo período, la estabilidad del alimento mejoró, y fueron formulados para cubrir los requerimientos nutricionales, determinados por estudios en acuarios, donde la calidad del agua era muy alta y todos los requerimientos nutricionales eran dados por el alimento.

Sin embargo, estas mejoras en manejo de agua y alimento no han mejorado las enfermedades, o han mejorado el crecimiento del camarón, o la capacidad de soporte del estanque. Las enfermedades continúan siendo el mayor problema en el cultivo del camarón, y en muchos lugares la descarga de los estanques está restringido a reducir la polución y prevenir la dispersión de enfermedades. Esto ha conducido a realizar esfuerzos de cultivar camarón en sistemas intensivos donde poco o nada de agua es recambiado, y han encontrado algunos resultados sorprendentes. (Hardy, 1999).

4.6.8-Tabla de Alimentación

El uso de tablas de alimentación ha sido uno de los métodos más utilizados para el control del suministro de alimento, debe ser hecha con responsabilidad y conocimiento por personal bien entrenado. El uso adecuado de las mismas, permitirá evitar la sub y sobrealimentación. Pueden ser utilizadas como testigo o se pueden utilizar al 100% (sólo bandejas) para la alimentación. Esta última práctica exige un gran despliegue logístico y de personal capacitado, lo cual se podría compensar con el ahorro en alimento, la optimización (pro-ambiental) de su uso y los eventuales beneficios en producción al tener agua con menor carga orgánica. (Cuellar et.al, 2010)

Es utilizada para evaluar la población de camarón dentro del estanque, se debe tener conocimiento de ciertos datos previamente registrados como: peso promedio semanal del camarón, cantidad de alimento suministrado en el estanque mediante comederos o al voleo durante los periodos de mayor actividad del camarón (fuera de muda y después de la rotación), que porcentaje (%) del peso corporal representa el alimento suministrado a ese peso promedio, para lo cual, se debe tener una tabla de suministro de alimento, adaptada y ajustada a las características de la camaronera o en el último de los casos, otra tabla guía como las sugeridas por los proveedores de alimento. (Anónimo 1, 1998).

4.7– Tipos de alimentos

Los alimentos constituyen un factor decisivo para el éxito de esta actividad y representan del 50 – 70 % del costo total de producción en cualquier cultivo de organismos acuáticos, es por ello que la alimentación y nutrición se ha convertido en una de las áreas de investigación-desarrollo de mayor interés para la camaronicultura (Tacón, 1995 a).

Uno de los aspectos básicos para establecer el alimento más adecuado que promueva los máximos crecimientos al menor costo, lo constituye el conocimiento de los requerimientos nutricionales de la especie objeto de cultivo, Aunque en la actualidad se cultiva con éxito un gran número de especies de camarones Litopeneidos; los estudios sobre los requerimientos nutricionales de estos

crustáceos no han llegado a soluciones definitivas que puedan resolver esta problemática (Gaxiola, 1991). En gran medida los resultados de las investigaciones van a depender entre otros factores, de la metodología empleada para su determinación, el empleo de diferentes fuentes de nutrientes, regímenes de alimentación y condiciones de cultivo, lo que dificulta la comparación de los mismos, no sólo entre especies, sino también dentro de la misma especie. Además, esta situación se debe a que como rasgo general, los camarones son animales carnívoros/omnívoros, que en su dieta natural incluyen una amplia variedad de alimentos, tales como fito y zooplancton, vegetales y animales de mayor tamaño y detritus de diversos orígenes, Se suma a esta característica, la variación no sólo al nivel de especie, sino también en cada fase del ciclo de vida de estos organismos, que depende de las condiciones en que cada una de éstas se desarrolla. Es por ello, que no se puede hablar de una composición óptima de pienso en general para Litopeneidos.

En la actualidad, se cuenta con un espectro bastante amplio de investigaciones que analizan los diferentes requerimientos nutricionales de algunas especies de camarones Litopeneidos. Dentro de los trabajos de investigación sobre las necesidades nutritivas de estos organismos, se destacan por su número y tipo de temática, los referentes a la inclusión de la proteína en los piensos, debido esencialmente a que este componente de la dieta de los camarones representa un papel fundamental, tanto desde el punto de vista de crecimiento, como económico, ya que es el ingrediente más costoso dentro de una formulación.

Si bien los resultados de las investigaciones realizadas en condiciones de laboratorio son útiles para la formulación de dietas completas para sistemas de cultivo intensivo, estos datos no deben ser utilizados para formular piensos suplementarios para cultivos con menor grado de intensificación, pues en esas condiciones los organismos satisfacen parte de sus necesidades nutritivas con el alimento natural disponible en los estanques (Tacón, 1995 b y 1996). Jaime et al, 1996 b, indica que la productividad natural es nutricionalmente importante para los camarones cultivados en estanques de tierra.

Las distintas fases del ciclo de vida del camarón requieren diferentes niveles de proteína. Las postlarvas necesitan valores más elevados que los juveniles. Aunque no se han informado los niveles proteicos óptimos para reproductores, debe esperarse que sus requerimientos sean superiores a los de adultos en fase no reproductiva (Harrison, 1990).

La calidad proteica de una dieta viene dada, en gran medida, por su composición de aminoácidos esenciales (AAE). Estos no pueden ser sintetizados por el organismo y deben ser suministrados en el alimento. Los aminoácidos considerados esenciales para el camarón son: Metionina, Arginina, Treonina, Triptófano, Histidina Isoleucina, Leucina, Lisina, Valina y Fenilalanina (Cowey y Forster, 1971; Shewbart et al,1973; Coloso y Cruz, 1980; Kanazawa y Teshima, 1981)

Los alimentos de buena calidad presentan una serie de características que los diferencian de otros y estos son:

(a) Uniformidad en el tamaño, color y forma (sin fracturas) del pellet, apropiado para la talla o peso del camarón

(b) Hidroestabilidad;

(c) Rápido hundimiento.

(d) Palatabilidad.

(e) Contenido de ingredientes que satisfagan los requerimientos nutricionales del camarón etc.

La carencia de las características señaladas antes, causan los efectos siguientes: pobre hidroestabilidad en el agua; contaminación del agua, del fondo del estanque y de los efluentes; pobre consumo del alimento y por ende mala conversión

alimenticia; salubridad inadecuada del camarón, proliferando enfermedades; y finalmente baja rentabilidad de la producción.

El costo efectividad de un alimento también se mide por el contenido en finos. Estos finos no son aprovechados por el camarón ya que generalmente permanecen flotando en la superficie del agua, perdiéndose al ser arrojados hacia la orilla por la acción del viento y/o después de un determinado tiempo se hunden, ingresando a formar parte de la columna de agua como partículas de materia orgánica en suspensión. Estos finos, demandan gran cantidad de Oxígeno para su degradación; la demanda de oxígeno puede afectar la respiración de otros organismos que habitan en el estanque (plancton y camarones, principalmente; así como al suelo), provocando depleción de Oxígeno en el agua del estanque.

Si el tamaño de las partículas que constituyen el pellet son de granulometría grande, visibles a simple vista (mayores de 1.5 mm de diámetro) y que no son del tamaño para ser ingeridos; estos pellets serán rechazados inmediatamente, convirtiéndose también en desperdicio de alimento y de dinero.

4.7.1- Forma de aplicación del alimento

Los más comunes son: (a) al boleó y con tabla de alimentación; y (b) con comederos. Este último puede ser usado a la vez como "muestreador indicador" o como comedero, donde se va agregar todo el alimento que demande el camarón por hectárea/día, dependiendo del número de dosis diaria.

En el suministro al boleó, la única manera de ajustar es mediante la observación de los resultados del muestreo de crecimiento en peso semanal cuando el que maneja la producción observa la falta de ganancia de peso. Cuando se usan muestreadores y/o comederos, el control del alimento está basado en la observación de remanentes, colocando una muestra o la cantidad de alimento asignada sobre ellos. (Nicovita, 1998)

Con la alimentación al boleo, el alimento es ampliamente distribuido sobre el estanque y todos los camarones cultivados pueden alimentarse adecuadamente, evitando el estrés que se genera cuando compiten por entrar al comedero, acentuándose más cada vez que aumenta la biomasa.

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

El inapropiado suministro al boleo encarece el costo de la campaña, por los desperdicios o sobrante que quede; además de llegar a ser un fertilizante orgánico caro o malograr los fondos. El método al boleo con tabla de alimentación se ve afectado por condiciones tales como:

- a) Diferencias estacionales en el ritmo de crecimiento (diferentes tasas de crecimiento en verano e invierno,);
- b) Variación de alimento natural entre estanques debido a la fertilización, profundidad del estanque, densidad de siembra, estación y a las tasas de recambio de agua; y
- c) Calidad del alimento.

(Nicovita, 1998)

4.7.2- Buenas prácticas acuícolas en alimento

La nutrición del camarón está basada en alimentos artificiales suministrados por el granjero y, por una importante variedad de organismos (algas, pequeños invertebrados bentónicos, etc.) y detritos orgánicos, que son parte de la productividad natural y del ambiente marino.

Los nutrientes en el alimento manufacturado que no son convertidos en carne de camarón como es el caso de la sobrealimentación, aporte de “finos” (desintegración de pellets por transporte y manipulación inadecuados) y los contenidos en las heces, entran al agua y fertilizan el estanque, Por otro lado se debe tomar en cuenta el origen de harina y aceite de pescado utilizados en los alimentos artificiales dentro de la granja.

La harina y aceite de pescado utilizado en los alimentos de camarón cultivado, deben proceder de cardúmenes con un manejo pesquero adecuado y sostenible; de ser posible de pesquerías certificadas. Como alternativa, se propone para la producción de harina y aceite de pescado, el uso de los descartes y desperdicios de pescado provenientes de plantas de proceso y de la Fauna de Acompañamiento de las pesquerías de arrastre. Otra fuente de harina y aceite de pescado son los desperdicios de la misma industria acuícola. No es recomendable almacenar alimento en la granja más de tres meses, así como tampoco utilizarlo para alimentar a los camarones, debido a la pérdida de su calidad nutricional y a los riesgos microbiológicos inherentes. Esto implica que los depósitos de almacenamiento reúnan las condiciones mínimas que garanticen el mantenimiento de la calidad del alimento, así como el funcionamiento de un sistema inventario separando y registrando la llegada de cada lote de alimento, así como la salida de los mismos según la fecha de llegada. (Cuellar, et.al, 2010)

El primer alimento a llegar a la bóveda debe de ser el primero en salir, el alimento para los camarones debe estar en óptimas condiciones; todo alimento contaminado con hongos (enmohecido) que se detecte en el depósito de la granja, debe ser retirado y destruido. En caso de que la contaminación se

encuentre en alimento que está siendo descargado en la granja, debe suspenderse esta labor y devolverse a la fábrica en su totalidad de inmediato. El suministro de alimento para camarones, debe ser racional, medido y bajo una buena distribución, para evitar el deterioro de las condiciones físico-químicas y microbiológicas del agua y del fondo del estanque. Esto conduciría a pérdidas económicas para la empresa y a un impacto importante al ambiente.

La calidad del alimento es importante para asegurar la salud y el crecimiento de los camarones; los pellets de alimento deben mantener su forma y consistencia (hidroestabilidad) por lo menos un par de horas a partir del momento en que entran en contacto con el agua sin embargo, se ha reportado que la acción de las bacterias del medio (agua y fondo) sobre el alimento, afecta notablemente la palatabilidad, haciendo que sea difícilmente consumido por los camarones más allá de 60 a 120 minutos. Además, el alimento peletizado que se desintegra rápidamente, no es consumido por el camarón convirtiéndose en una carga importante de materia orgánica y en un “fertilizante” costoso.

El alimento debe ser periódicamente evaluado por técnicos de la granja, para asegurar su calidad y evitar riesgos en su uso por deterioro físico o microbiológico. Se deben tomar muestras al azar de todos los embarques de alimento enviados a la granja y realizar inspecciones para determinar la presencia de humedad u hongos. Las muestras de alimento deben ser enviadas periódicamente a laboratorios independientes conservando una contra-muestra, para la determinación de su composición nutricional y características físicas, permitiendo esto su comparación con los valores suministrados por el fabricante.

De cada lote de alimento recibido en la granja, se debe mantener refrigerada una muestra de 1 kg hasta que se haya utilizado todo el lote, para ser usada en caso de reclamos o de análisis de laboratorio requeridos para pruebas especiales de calidad. Fallas en la distribución del alimento en los bordes de los estanques, compromete en alto grado la calidad del alimento, cuando este queda expuesto a la intemperie y sometido a las lluvias y altas temperaturas por acción del sol.

Así mismo, habrá pérdidas y contaminación por animales (domésticos o silvestres). Sumado a todo esto, la práctica de distribución diaria de alimento hacia el área de los estanques, implica una logística de vehículos y personal y, el deterioro de los caminos, principalmente en la estación lluviosa. Se recomienda que las granjas implementen un programa de depósitos cerca de los estanques, con capacidad para abastecer la ración por un máximo de tres días. De esta manera, se libera la mano de obra y la flota de vehículos, disminuyendo el deterioro de los caminos. El manejo a granel del alimento desde la planta hasta el estanque puede ser una práctica con resultados económicos y ambientalmente positivos, al eliminar el uso de los sacos. Se debe considerar durante los cálculos de las raciones diarias de alimento, que los camarones en estadios de pre-muda, muda y post-muda, disminuyen notablemente el consumo y, por consiguiente, la dosis diaria debe estar sujeta a la población que se encuentra en inter-muda, para evitar el desperdicio de parte de la ración.

En el cultivo semi-intensivo, las tasas de alimentación son usualmente bajas y la fertilización por esta vía no debería ser un problema. Los problemas pueden ocurrir sin embargo, en casos en que los granjeros intensifican el cultivo. La sobrealimentación, pueden llevar a niveles abundantes de fitoplancton, zooplancton y microorganismos no benéficos y a una alta demanda de oxígeno disuelto (OD) durante la noche. Esto ocurre como consecuencia de la respiración o procesos biológicos de estos organismos, así como por la oxidación de la materia orgánica. También se puede contaminar el fondo del estanque con alimento descompuesto y causar deterioro de la calidad del fondo y consecuentemente del agua. (Cuellar, et.al, 2010).

4.7.3- Factores influyen en la alimentación

Es importante señalar que tanto la decisión de alimentarse como el nivel de alimentación o consumo son afectados tanto internos como externos, entre los que se encuentran:

- Disponibilidad de alimento natural: cuando la disponibilidad de alimento natural es abundante, la demanda por alimento balanceado es menor.
- Muda: en el ciclo de la muda los procesos fisiológicos que se llevan a cabo (reemplazo del exoesqueleto) afectan la actividad alimenticia, provocando variabilidad en el consumo del alimento ya que después del proceso de muda los camarones pueden demorarse de 1-3 días en volver a comenzar a comer.
- Calidad del alimento balanceado: Como los camarones se alimentan por el olor y no por la vista, es importante el poder de atracción y la palatabilidad del alimento. Así también de su forma, tamaño y estabilidad en el agua.
- Sexo, edad/talla del camarón: La tasa de alimentación es una función fisiológica de la etapa de desarrollo en que se encuentra el camarón. La tasa de alimentación es más alta durante las primeras etapas cuando el crecimiento es más rápido, y decrece exponencialmente a medida que el animal crece y se acerca la madurez. (Álvarez, 2007).
- Muda: La muda en los camarones es un proceso usado para crecer, pero no siempre es uniforme en el tiempo, es afectado por varios factores como las fases lunares. El hecho importante que relaciona la muda con el crecimiento es que cuando el animal pierde su viejo esqueleto, inmediatamente comienza a absorber agua aumentando su volumen con lo cual la nueva cutícula se expande; luego el volumen ocupado por el agua es reemplazado por tejidos y en esa forma el camarón crece. (Herrera y Martínez, 2009). Una de las particularidades de la presencia de un exoesqueleto rígido en los crustáceos es, la restricción del crecimiento a períodos bien definidos.
- Estrés: El estrés ambiental afecta significativamente la utilización y flujo de energía en un organismo debido a que hay un efecto directo sobre su metabolismo. El estrés generalmente se presenta en sistema de cultivo, ya que los organismos expuestos a condiciones variables o francamente adversa de varios parámetros, como por ejemplo: temperatura, salinidad, OD, densidad, metabolitos tóxicos entre otros (Beamish, et al, 1996).

4.8-Muestreos poblacionales

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

Los muestreos de peso deben 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 poblacionales deben hacerse entre el día de la luna y 4 días después (la 4^{ta} a la 7^{ma} repunta).

Para la evaluación de la población de camarón dentro del estanque, se debe tener conocimiento de ciertos datos previamente registrados como: peso promedio semanal del camarón, cantidad de alimento suministrado en el estanque mediante comederos durante los periodos de mayor actividad del camarón (fuera de muda y después de la rotación), que porcentaje (%) del peso corporal representa el alimento suministrado a ese peso promedio (para lo cual, se debe tener una tabla de suministro de alimento. Adaptada y ajustada a las características de la camaronera o en último de los casos, otra tabla guía como las sugeridas por los proveedores de alimento. (Herrera y Martínez, 2009).

4.8.1– Crecimiento

El crecimiento de los organismos vivos es un fenómeno altamente complejo que envuelve una multitud de diferentes procesos que trabajan en armonía y participan en los momentos oportunos. El crecimiento es el incremento en sus medidas corporales que muestran todos los individuos durante su vida. Es el resultado de la incorporación de moléculas estructurales a una velocidad más rápida que la de degradación. Generalmente es el resultado de un aumento en el tamaño de las células individuales y un aumento en el número de células o ambos. (Carrillo, et al, 2002)

En el campo de la nutrición está considerado como un factor de crecimiento o promotor del crecimiento, cualquier elemento que al ser incorporado a la dieta en pequeñas cantidades, sin variar considerablemente su composición, logra una aceleración del crecimiento que se refleja en aumento de talla y peso corporal. Para ser efectivas estas sustancias deben tener la condición de mantener su integridad durante el proceso de digestión y lograr ser absorbidas de forma eficaz para ejercer su función en los tejidos blancos. En los camarones al igual que en todos los crustáceos, el proceso de crecimiento se produce de forma discontinua y cíclica debido al fenómeno de la muda o ecdisis. Cada vez que el organismo está preparado para aumentar de talla y peso, el viejo exoesqueleto es liberado rápidamente y es producida una nueva capa quitinosa que tenderá a endurecerse hasta adquirir la consistencia y dureza del exoesqueleto anterior. (Carrillo, et al, 2002)

El crecimiento depende de muchos factores unos de origen interno, hereditarios y relativos a la velocidad de crecimiento, a la facultad de utilización del alimento y a la resistencia de las enfermedades y otros de origen externos llamados en su conjunto medio vital y comprendiendo principalmente la temperatura, la cantidad y calidad de alimento presente, la composición y pureza química del medio (contenido de oxígeno, ausencia de sustancias nocivas al espacio vital) (según que sea suficiente extenso o demasiado reducido, el crecimiento es rápido o lento) etc. (Martínez, 1996).

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

Los muestreos de peso pueden hacerse en cualquier día de una luna a otra solamente debe saberse de que una semana después de cada luna se incrementa la muda de los camarones en los estanques. Es por ello, que los muestreos de población solamente 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 período

los camarones tienen un comportamiento de agregarse, es decir, que se amontonan y andan agrupados en los estanques hasta la primera repunta (Martínez y Herrera, 2009). Para las postlarvas de camarón Litopenaeus vannamei según Martínez, 2012 se espera un crecimiento de 1 gramo en sus primeros 20 días.

4.8.2– Ritmo de crecimiento

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

El crecimiento de un organismo implica un cambio de tamaño en el tiempo. Se puede medir este cambio utilizando como variables, principalmente, a la longitud o al peso. Un individuo obtiene energía del alimento y esa energía puede ser destinada a crecimiento, reproducción o actividad (Bertalanffy 1938).). Para las postlarvas de camarón Litopenaeus vannamei según Martínez 2012 se espera un ritmo de crecimiento de 0.75 gramo en sus primeros 20 días

4.8.3-Tasa de crecimiento

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

Se ha demostrado que la velocidad con que crecen las postlarvas son mayores que las que crecen los juveniles y estos a su vez son mayores a las que crecen los pre adultos. (Martínez, 2012).

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

(Martínez, 2012).

4.8.4-Sobrevivencia

Es una expresión de la cantidad de individuos existentes hoy (Nt) como resultado de un número de individuos iniciales o sembrados (No). El resultado es una proporción de 1. Su equivalente en porcentaje se logra al multiplicarlo por 100.

$$S = N_o/N_t \quad \longrightarrow \quad S = (N_o \times 100)/N_t$$

Esta es una expresión proporcional (Martínez, 2012)

4.8.5- Rendimiento productivo

No es más que la cantidad de libras de camarón cosechado, de ahí se calcula su talla y sobrevivencia. Para ello, se necesita calcular la población final (que resulta de multiplicar el número de individuos existentes en una libra de camarón por la Cantidad de libras cosechas), biomasa final (número de individuos cosechados por el peso promedio), sobrevivencia final (individuos cosechados por 100 entre población inicial) Así mismo, se calcula la biomasa semanal.

Según Martínez 2009, en el experimento de producción de camarones marinos a dos densidades de siembra en estanques de concreto utilizando sistema intensivo se obtuvo una cosecha de 3,520 libras de camarón entero por hectárea.

V. -MATERIALES Y METODOS

5.1- Localización del sitio de estudio

El estudio se desarrolló en el LIMA (Laboratorio de Investigación Marinos y Acuícolas) ubicado en Las Peñitas, Poneloya (ver anexo 1) a 20km de la ciudad de León, las coordenadas en las que se encuentra son: 496465.9 E y 1367318.3N. La fase experimental de recolección de datos se realizó en los meses comprendidos de Julio a Noviembre de 2012.

5.2- Dispositivo experimental

Para la realización del experimento se tomó agua del Océano Pacífico, en la parte que comprenden nuestras coordenadas (ya mencionadas en la localidad de Las peñitas, por medio de una tubería con una válvula de cheque en su extremo anterior), esta tubería tiene una longitud de 110 metros (del agua a la estación de bombeo) y tres pulgadas de diámetro. El agua fué succionada y bombeada a un reservorio de concreto a través de una bomba de agua (bomba axial) con conexión para tubería de tres pulgadas de diámetro (Marca= STA-RITE, Modelo= JHHG-53HL de 5 HP). Desde el inicio de la tubería, a 90 metros, el agua pasa por un filtro de arena de playa la cual libera el agua de todo desecho sólido que pasa por el cheque. Luego el agua era almacenada en el reservorio, el cual tiene forma rectangular y está dividido en dos secciones, cada una con una longitud de 11.35 metros y 4.8 metros de ancho, esto representa una capacidad de almacenamiento de agua de 54 m³/u.

Desde el reservorio impulsamos el agua con una bomba sumergible (Marca= ModySump. De 1.3 hp) con una conexión de tubería de dos pulgadas, hacia todo el sistema del Laboratorio. La oxigenación se realizó directamente con un soplador o blower (marca= BALDOR Industrial Motors de 3 HP), mediante un dispersor de aire conectado a una tubería que proviene de este blower a cada recipiente experimental, éste sistema garantizaba aireación constante día y noche, luego se le anexó una manguera con una piedra difusora al final para distribuir la inyección de aire en el agua entre más fina sea el burbujeo será mejor la aireación de los recipientes.

El experimento se realizó en 6 recipientes de plásticos con una capacidad de 50 litros de agua, cada recipiente fue tapado con una lámina de plástico transparente sobre el agua, para impedir la combinación del agua del diseño experimental con el agua de lluvia y evitar que los camarones se salieran de los recipientes al saltar de ellos. Los recipientes de plásticos se abasteció de agua del reservorio con capacidad de 300 litros. Los datos registrados durante este estudio se colectaron en un ciclo de cultivo de 25 días, los parámetros físico y químicos, obtenidos se anotaron en una bitácora en el cual se anotó el registro diarios de dichos parámetros y la reacción de los camarones al aplicar las dietas en estudios. (Ver anexo 1), los datos de crecimiento de peso semanal se anotaron en una bitácora (ver anexo 2), para luego laborar la tabla de alimentación para aplicarla ración diaria al camarón en cultivo (ver anexo 3).

5.3- Diseño del experimento

Para este estudio se compararon 2 tipos de alimento uno comercial (35% proteína) y uno experimental (30% proteína) cada uno con 3 repeticiones, cada tina tenía un área de 0.15 m²

Se trabajó con un sistema de producción intensivo con la especie de camarón de *Litopenaeus vannamei* Pl. 12 con un peso inicial de 0.02 gramos, se sembró a una densidad de 100 post-larvas por metro cuadrado.

Las postlarvas fueron obtenidas del Laboratorio MIRAMAR de la empresa CAMANICA. Estos camarones fueron aclimatados durante tres horas para ser sembrados en una pila de 12.5 m², para ser tratados y asegurar su salud. Luego con una nueva aclimatación de dos horas y media fueron sembrados en el diseño experimental antes mencionado.

5.3.1- Proceso de aclimatación:

- Primeramente preparamos los recipientes plásticos donde iban a estar las postlarvas, llenándolos con agua tratada del reservorio.
- Luego sacamos los camarones de la pila con la utilización de un recipiente pequeño y los colocamos en un recipiente plástico (con capacidad de 100 litros), el cual tenía agua de esta misma pila.

- Luego empezamos a eliminar dos litros de agua del recipiente plástico donde estaban los camarones, y los reponíamos con una cantidad igual de agua, proveniente de los recipientes de los tratamientos experimentales.
- El proceso anterior lo repetimos 15 veces, cada 10 minutos hasta que el agua del recipiente donde se encontraban los organismos alcanzara temperatura y salinidad aproximadamente igual a la de los recipientes plásticos del diseño experimental.
- Esperamos un periodo de una hora a que los camarones se estabilizaran para darles su primera dosis de alimentación.

5.4- Elaboración del alimento experimental

Para la elaboración de aproximadamente una libra de alimento experimental con 30% de proteína se hizo uso de las siguientes materias primas:

Harina de pescado (guapote)	124.7 gramos
Harina de soya	62.3 gramos
Harina de sorgo	95.3 gramos
Harina de maíz	95.3 gramos
Harina de semolina	76.2 gramos
Aceite de bacalao	30 ml
Minerales	25 g
Agua	400 ml
Vitamina	½ Tableta

También se usó para la elaboración del alimento experimental

- ✓ Tubo pelletizador
- ✓ Recipientes de plástico.

5.4.1- Elaboración de las harinas (pescado, soya, sorgo, maíz)

Para la elaboración de la harina de pescado, este se cortó en trozos pequeños se pasó por un minuto en agua hirviendo, luego se colocó en un tamiz para que

perdiera humedad y se procedió a meterlo en un horno a temperatura de 170 °C durante 1 hora posteriormente se llevó al molino.

Para la elaboración del resto de las harinas (sorgo, soya y maíz) se molieron a excepción de la soya que se tuvo que tostar hasta conseguir color dorado y luego se molió.

5.4.2. Pasos para la elaboración del alimento

1. Pesado
2. Mezclado
3. Peletizado
4. Secado

1. En la operación del pesado, se pesaron todos los ingredientes en una balanza gramera marca Ohaus (400 gramos), las cantidades a pesar deberá estar de acuerdo al porcentaje de inclusión, de cada materia prima y aditivos calculados en la fórmula para obtener un alimento con valor nutricional necesario para un camarón en fase de engorde.
2. Se mezclaron los ingredientes, harina de pescado harina de soya, harina de trigo, harina de maíz por 20 minutos, luego se incorporó a la mezcla aceite vegetal y se continuo la operación de mezclado por 20 minutos más, se preparó el aglutinante el cual consiste en, disolver el almidón en agua, se le aplicó calentamiento hasta obtener una sustancia gelatinosa y traslúcida, la que posteriormente se incorporó a las harinas, procediendo a mezclar por 5 minutos para obtener una pasta.
3. Para la creación de peletizado, se utilizó un molino de moler carne en donde se adicione la pasta, para la formación de los pellets se utilizó un disco de 1,5 mm de diámetro.

4. Para el secado del alimento este se colocó en una malla de metal (zaranda) y luego colocado en un horno de aire caliente a 170°C por 2:30horas.

5.5- monitoreo de los factores Físicos Químicos del agua de cultivo

5.5.1- Temperatura (T):

Para la medición de la temperatura se tomó con un Oxigenómetro marca YSI, se agita el electrodo para calibrarlo y luego e introduce al agua, la medición se realizo2 veces al día, una a las 6 de la mañana y la otra a las 6de la tarde, luego el resultado se anotó en la respectiva bitácora para su posterior análisis.

5.5.2- Salinidad:

Para medir la salinidad se utilizó un refractómetro, este se calibro Limpiando y secando cuidadosamente la tapa y el prisma, posteriormente se puso 1 o 2 gotas de agua destilada en el prisma. Si el límite claro / oscuro no se encuentra en 0% (línea del agua) se ajusta con ayuda del tornillo de calibración bajo la cobertura de goma. La medición se hizo2 veces al día, una a las 6 de la mañana y otra a las 6 de la tarde, luego los datos se anotaron en la bitácora.

5.5.3- pH:

Este factor se midió con un pH-metro marca PH ep+ (by HANNA pH 7 calibración pH 4/10 MAX/ LEVEL, MADE IN MAURITIUS) modelo: HL 98108 el cual se calibró en un vaso con un volumen pequeño de solución buffer, se colocó el pH-metro hasta 5 cm debajo de la superficie del agua y esperar a que quede neutro (pH=7). Una vez calibrado, se introdujo a 5 cm debajo de la superficie del agua del dispositivo experimental y se espera hasta observar el dato de pH de las aguas de cultivo. La medición de este factor se llevó a cabo a las 6 am y 6 pm. Los datos obtenidos se anotaron en la bitácora.

5.6- Muestreos poblacionales

5.6.1- Crecimiento acumulado:

Para calcular el crecimiento acumulado, se tomó una muestra de 10 organismos, se secaron con un chayo y se pesaron en la gramera individualmente, luego se

sumaron todos los pesos de las postlarvas y se dividió entre el número de individuos pesados, se anotó semanalmente el peso ganado del camarón desde el primer día de la siembra hasta el final del experimento, este muestreo se hizo cada 5 días.

$$\text{Crecimiento} = \frac{\text{Sumatoria de pesos de camarones (g)}}{\text{Número de individuos}}$$

5.6.2- Ritmo de Crecimiento:

Para calcular el ritmo de crecimiento se procedió de la siguiente manera:

El peso promedio de los camarones de la semana actual se restó al peso promedio de la semana anterior, este muestreo se hizo cada 5 días.

$$\text{Ritmos de crecimiento} = \text{SEMANA ACTUAL} - \text{SEMANA ANTERIOR}$$

5.6.3- Tasa de Crecimiento:

Los muestreos de crecimiento permiten conocer el comportamiento de las postlarvas de camarón, en cuanto a su desarrollo, y su respuesta a la relación alimenticia, este muestreo se realizó cada 5 días.

La ecuación está dada de la siguiente manera

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

5.6.4- Supervivencia

La supervivencia se realizó con el fin de determinar el número de organismos vivos al final del experimento, Para calcular la supervivencia se realizó a través de la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Supervivencia} = \frac{\text{población actual de organismos}}{\text{Población inicial de Organismos}} \times 100$$

5.6.5- Rendimiento productivo

El rendimiento productivo se determina como biomasa final obtenida. Esta se calculó multiplicando el peso promedio por el número de individuos sobrevivientes al final.

RP= (peso promedio) (número de individuos final)

El Rendimiento Productivo es la Biomasa expresada en Libras por hectárea

5.6.6-Factor de conversión:

El factor de conversión alimenticia (FCA) se calculó basándose en los datos obtenidos mediante la sobrevivencia y de crecimiento en peso una vez por semana, para esto se utilizó la relación de la cantidad de alimento consumido y el peso corporal ganado del camarón, este muestreo se realizó cada 5 días.

Se calculó con la siguiente fórmula:

FCA: $\frac{AC}{PG}$

PG

PG: Peso ganado (g)

AC: alimento consumido

VI.- RESULTADOS Y DISCUSION

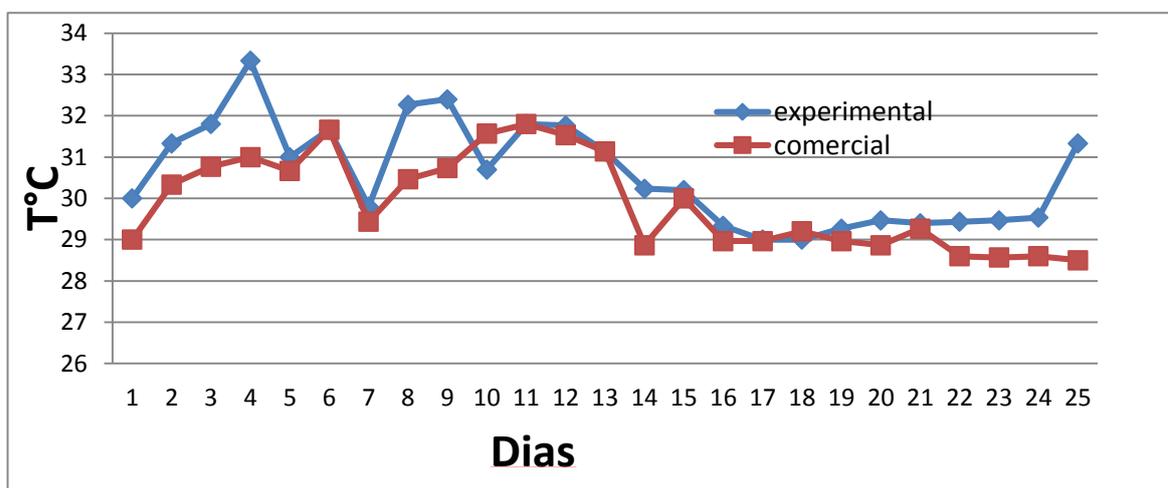
6.1- Parámetros físicos químicos

6.1.1- Temperatura

El registro de la temperatura donde se aplicó alimento experimental oscilo entre 29 grados el día 18 como punto mínimo y 33.3 grados como valor máximo el día 4, en los recipientes donde se aplicó el alimento comercial los valores oscilaron entre 28.5 grados como punto mínimo el día23 y 31.8 grados como punto máximo el día 11

Según Martínez y Zapata, 1997, La temperatura óptima del agua para el crecimiento rápido del camarón deben ser superiores a los 25 grados centígrados y menores a los 33 grados centígrados.

La gráfica N°1 demuestra que la temperatura obtenida en el estudio coincidió con el intervalo optimo según los autores mencionados, por lo que deducimos que este factor influyó positivamente en el crecimiento de los camarones del cultivo en experimento.



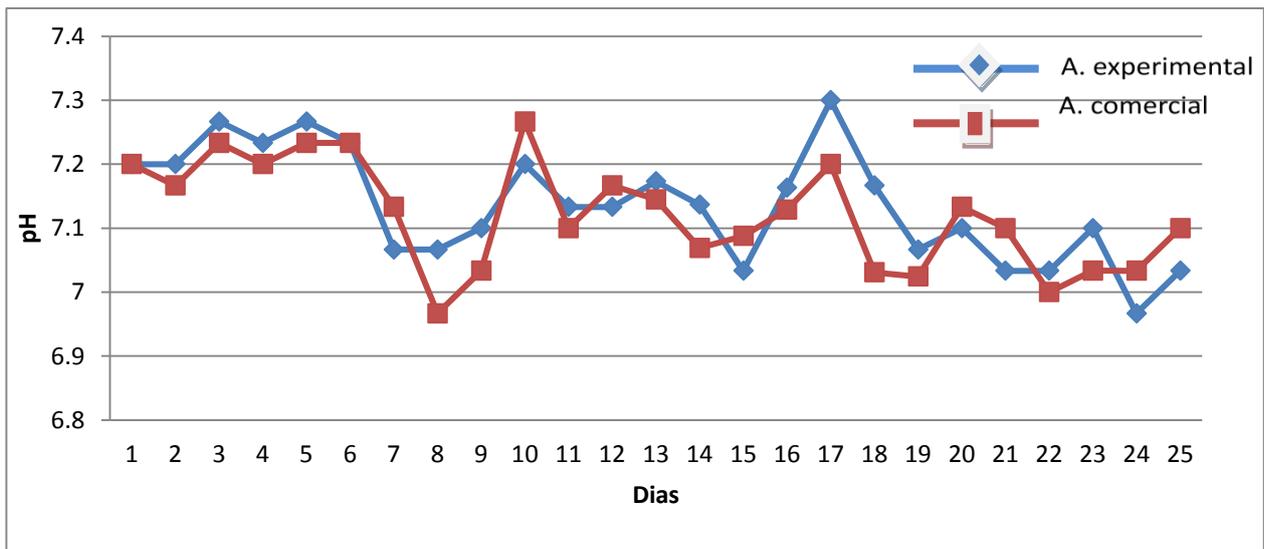
Graf N°1. Comportamiento de la temperatura en el agua de cultivo de camarones sometidos en las 2 condiciones experimentales durante el ciclo de cultivo.

6.1.2- pH

El registro del pH donde se aplicó alimento experimental osciló entre 6.9 el día 24 como punto mínimo y 7.3 como valor máximo el día 17, en los recipientes donde se aplicó el alimento comercial los valores oscilaron entre 6.9 como punto mínimo el día 8 y 7.2 como punto máximo el día 10

Según Martínez 2012. El intervalo normal para el camarón fluctúa entre los 6.5 a 9, es recomendable que el pH del agua no se presente en grandes fluctuaciones, ya que estos aumentan la susceptibilidad del estanque de parásitos y enfermedades,

La gráfica N° 2 demuestra que el pH obtenido en el estudio coincidió con el intervalo esperado según el autor mencionado, por lo que deducimos que este factor no afectó el ciclo de cultivo y influyó positivamente en el crecimiento de los camarones.



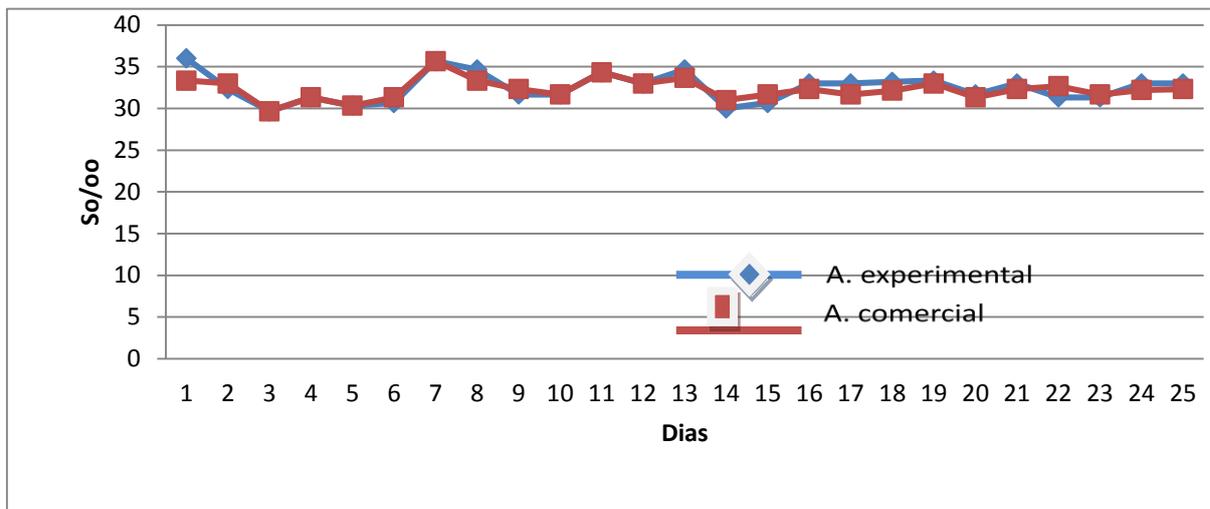
Graf N°2. Comportamiento del pH en el agua de cultivo de camarones sometidos en las 2 condiciones experimentales durante el ciclo de cultivo

6.1.3- Salinidad

El registro de la salinidad donde se aplicó alimento experimental osciló entre 29.6 el día 3 como punto mínimo y 36 ‰ como valor máximo el día 1, en los recipientes donde se aplicó el alimento comercial los valores oscilaron entre 29.6 como punto mínimo el día 3 y 35.6 como punto máximo el día 7

Según Martínez 2012. El intervalo normal para alcanzar los mejores resultados es de 15 a 25 ‰, sin embargo, los intervalos de tolerancia de la salinidad para los camarones es muy amplia ya que estos son organismos eurihalinos y pueden sobrevivir de 0 ‰ hasta 50 ‰ según Rayo 2009.

La gráfica N° 3 demuestra que la salinidad obtenida en el estudio coincidió con el intervalo esperado según los autores mencionados, por lo que deducimos que este factor no afectó el ciclo de cultivo e influyó positivamente en el crecimiento de los camarones.



Gráf. N°3 Comportamiento de la salinidad en el agua de cultivo de camarones sometidos a las 2 condiciones experimentales durante el ciclo de cultivo.

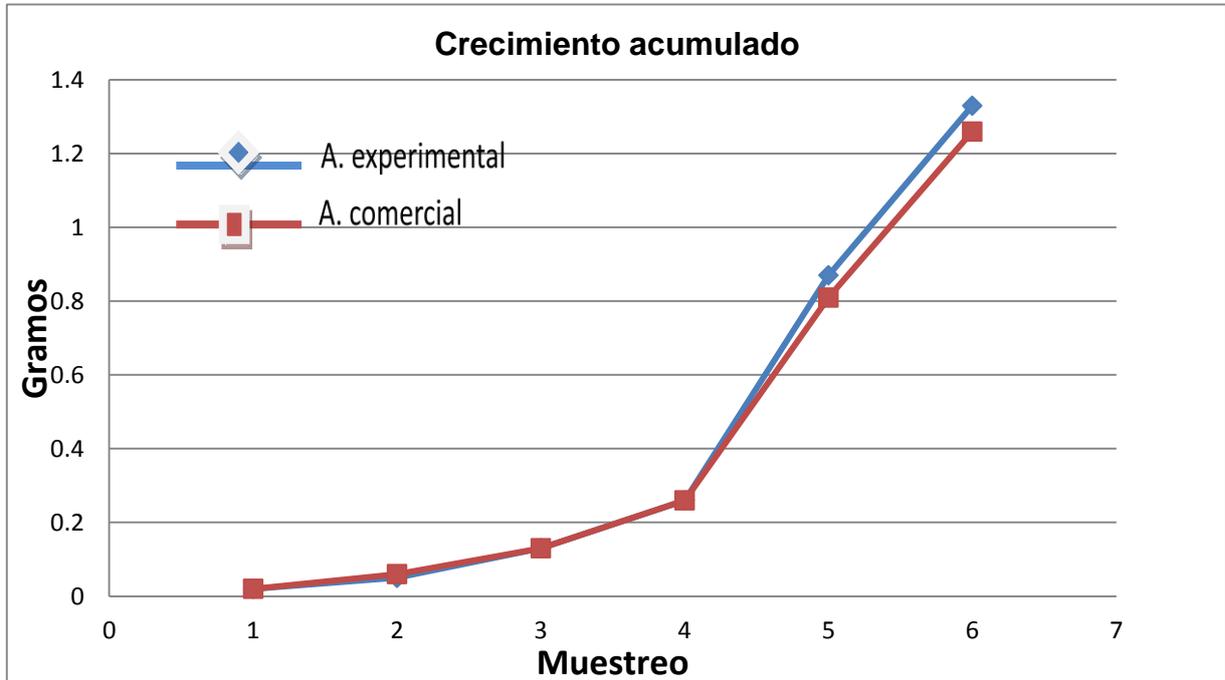
6.2- Muestreos poblacionales

6.2.1- Crecimiento acumulado

La dieta alimenticia experimental que reportó mayor peso promedio fue de 1.33g, y la dieta comercial reportó el menor peso promedio de 1.26g, por lo que asimilamos que efectivamente la dieta experimental es un método muy eficaz económico a tomar en cuenta para favorecer el consumo de alimento y crecimiento de los camarones en cultivo.

Según Martínez 2012, el crecimiento acumulado óptimo para postlarvas puede ser hasta 1 gramo en sus primeros 20 días de vida, a medida que pasan los días más va creciendo el camarón.

La gráfica N°4 muestra que el crecimiento acumulado obtenido en el estudio coincidió con el intervalo deseado según el autor mencionado, por lo que deducimos que el camarón creció positivamente.



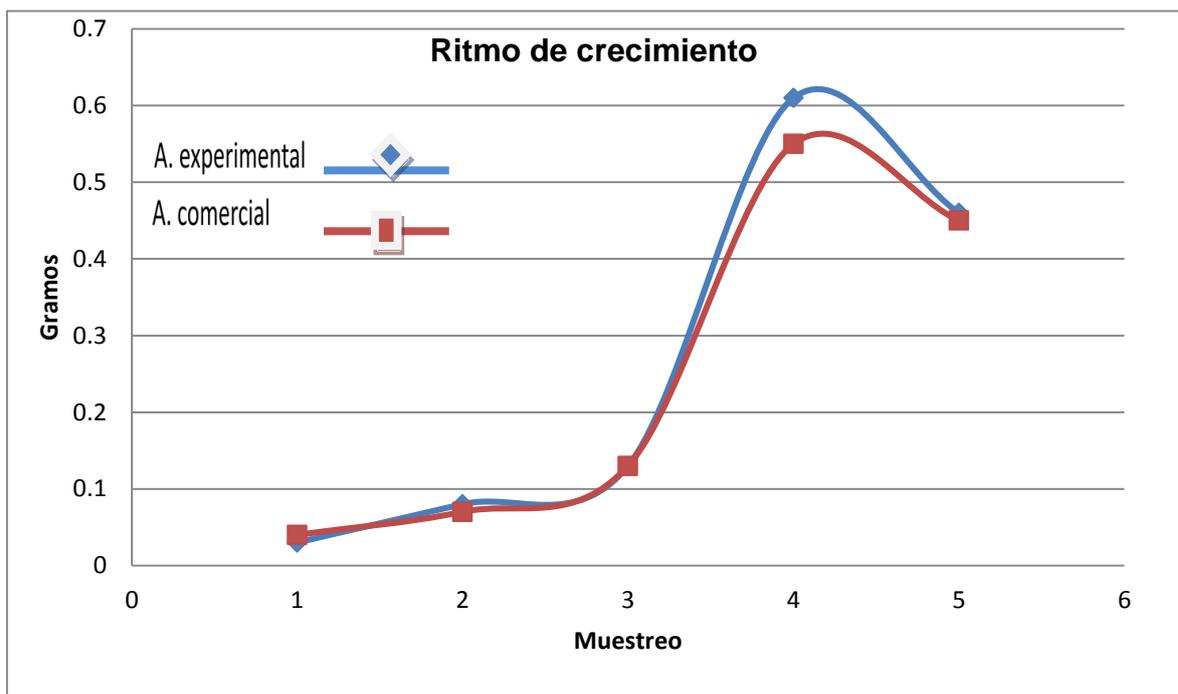
Gráf. N°4 Comportamiento del crecimiento acumulado de los camarones sometidos en las 2 condiciones experimentales durante el ciclo de cultivo.

6.2.2- Ritmo de crecimiento

Datos registrados en los muestreos cada 5 días, indican que las postlarvas en promedio crecían 0.26gr en la dieta experimental y 0.24gr en la dieta comercial. Teniendo como punto máximo de crecimiento en cinco muestreos hasta 0.61 (dieta experimental) y 0.55 (dieta comercial). (Gráfica N°6)

Martínez 2012 señala que en un cultivo de postlarvas de camarón se espera encontrar incrementos mínimos por semana que correspondan aproximadamente a 0.35g, a medida que van creciendo van aumentando su ritmo de crecimiento.

La gráfica N°5 demuestra que el ritmo de crecimiento obtenido en el estudio coincidió con el intervalo deseado según el autor mencionado, por lo que deducimos que el camarón creció positivamente.



Graf. N°5 Comportamiento del ritmo de crecimiento de los camarones en cultivo sometidos en las 2 condiciones experimentales durante el ciclo de cultivo.

6.2.3- Tasa de crecimiento

La gráfica N° 6 muestra la dinámica de Tasa de Crecimiento que representa la velocidad de crecimiento en relación al tiempo (edad). Se observa que la tasa de crecimiento tiende a ser negativa, lo que nos demuestra que a menor edad, menor es la velocidad del crecimiento. Notando una tasa de crecimiento al final del cultivo en la dieta experimental de 1.2 gr y los organismos con la dieta comercial tuvieron una tasa de crecimiento de 1.9. gr

Según Martínez (2012), la tendencia de la TC tiende a ser hasta -1 en sus primeros 20 días de vida, puesto a que mientras menor sea la tasa de crecimiento, mayor será la velocidad con que crecen los camarones

La gráfica N° 6 demuestra que La velocidad de crecimiento fue buena en ambas condiciones ya que la tasa de crecimiento estuvo cerca de lo optimo según a como lo menciona Martínez, mientras menos días tenga el camarón mayor será la velocidad de crecimiento.



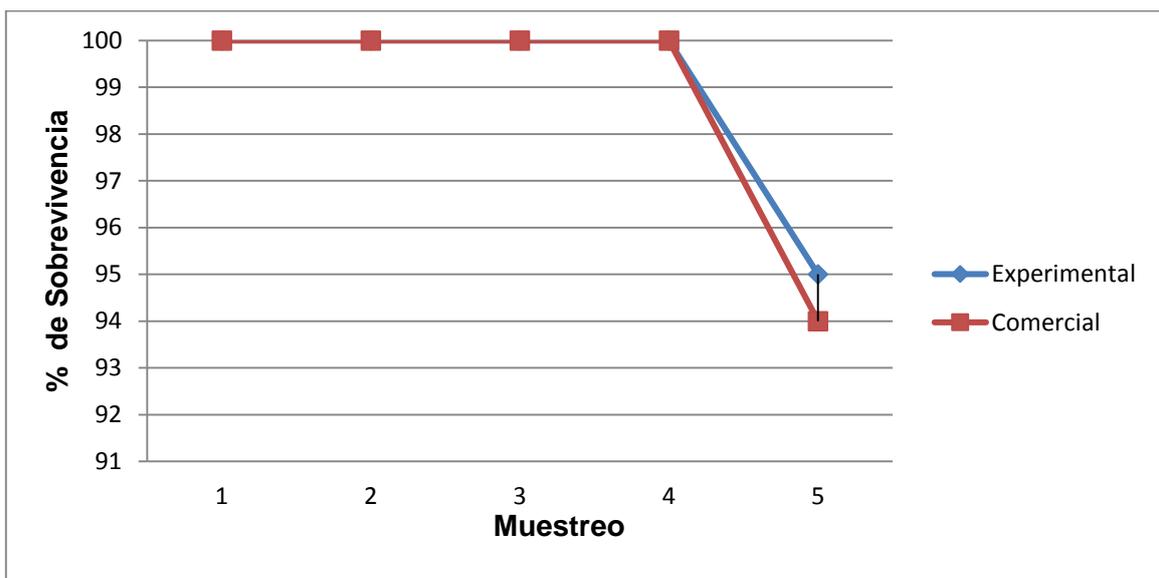
Gráf.N°6 Fluctuación de la tasa de crecimiento de los camarones sometidos a las 2 condiciones experimentales durante el ciclo de cultivo.

6.2.4- Supervivencia

En los dos tratamientos experimentales de alimentación se obtuvo una supervivencia equivalente al 100%. Hasta el cuarto muestreo, se observa que la supervivencia final en los camarones alimentados con la dieta experimental fue de 95%, mientras que los camarones alimentados con la dieta comercial la supervivencia final fue de 94%

Según Barreto, et al, 2012, en el caso para el cultivo de tipo intensivo se espera supervivencias estimadas entre 65 y 75%.

Por lo dicho anteriormente podemos concluir que ambos alimentos son efectivos, porque al obtenerse una supervivencia dentro del rango óptimo para el sistema intensivo, nos damos cuenta que ayudan a los organismos a sobrevivir, y sus proteínas ayuda a mantener sus funciones vitales necesarias.



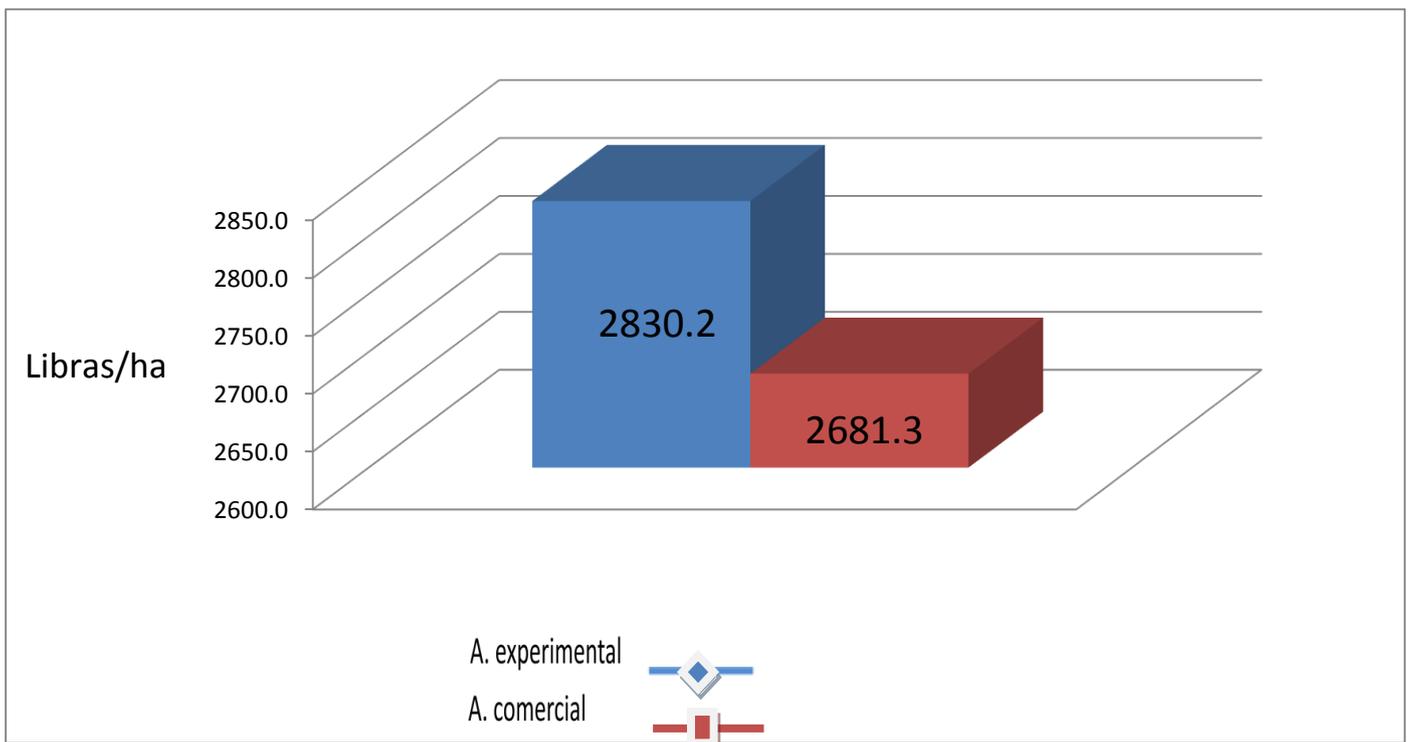
Gráf. N°7 Comportamiento de la supervivencia de los camarones sometidos en las 2 condiciones experimentales durante el ciclo de cultivo.

6.2.5- Rendimiento Productivo

Estos datos son equivalentes a una cosecha de 2830.2 libras de camarón entero por hectárea a través del alimento experimental y 2681.3 libras de camarón entero por hectárea a través del alimento comercial.

Según Martínez 2009, en su experimento de producción de camarones marinos a dos densidades de siembra en estanques de concreto utilizando sistema intensivo, se espera una cosecha de 3,520 libras de camarón entero por hectárea.

La gráfica N° 8 demuestra indiscutiblemente que, se observa un mejor rendimiento productivo con el alimento experimental y mejor calidad del producto y podemos concluir diciendo que las libras por hectáreas obtenidas estuvieron cerca del valor obtenido por Martínez en el experimento antes mencionado.

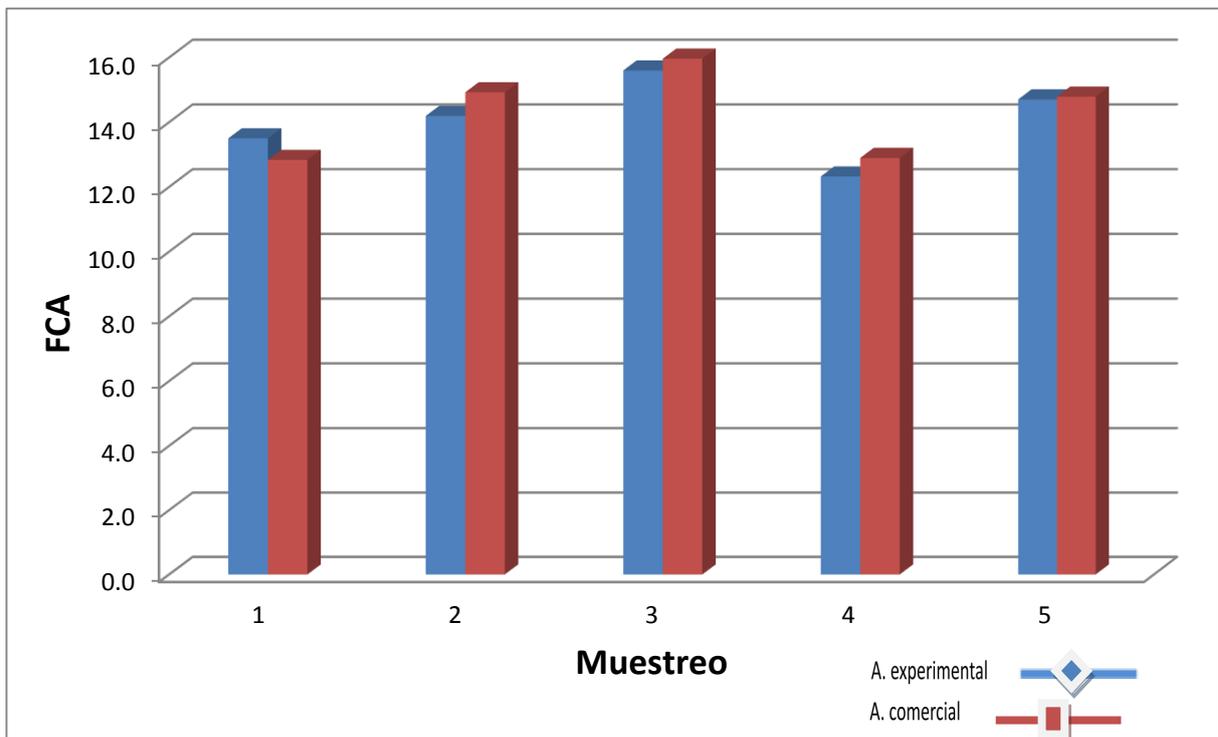


Gráf. N°8 Comportamiento del rendimiento productivo de los camarones sometidos en las 2 condiciones experimentales durante el ciclo de cultivo.

6.2.6- Factor de conversión alimenticia

Según Martínez (2012), los valores óptimos del FCA de *L.vannamei* son de (1.5 - 2.0) al final de un sistema de cultivo intensivo

De acuerdo con los resultados, se presentó un FCA muy alto, esta tendencia tiene lógica; ya que los *Litopenaeus vannamei* a menor edad el consumo de alimento es mayor, que cuando son juveniles, el camarón debe de ser alimentado a saciedad, de tal forma que tenga oportunidad de encontrar el alimento en todo el fondo del estanque favoreciendo el consumo del alimento, menos gasto energético y mayor cantidad de biomasa.



Gráf. N°8 Comportamiento del Factor de conversión alimenticia de los camarones de las 2 condiciones experimentales durante el ciclo de cultivo

VII. -CONCLUSIÓN

1. Las temperaturas se mantuvieron en rangos óptimos en los recipientes donde se aplicó la dieta experimental de entre 29°C el día 18 como punto mínimo y 33.3 °C como valor máximo el cuarto día, en las tinas donde se aplicó el alimento comercial los valores oscilaron entre 28.5 °C como punto mínimo el día 23 y 31.8 °C como punto máximo el día 11, el pH también estuvo en los rangos óptimos con valores entre 6.9 el día 24 como punto mínimo y 7.3 como valor máximo el día 17 en los recipientes donde se aplicó la dieta experimental, en los recipientes donde se aplicó el alimento comercial los valores oscilaron entre 6.9 como punto mínimo el día 8 y 7.2 como punto máximo el día 10, la salinidad los valores estuvieron en lo óptimo con valores entre 29.6 S‰ el día 3 como punto mínimo y 36 S‰ como valor máximo el día 1 en los recipientes donde se aplicó la dieta experimental, en las tinas donde se aplicó el alimento comercial los valores oscilaron entre 29.6 S‰ como punto mínimo el día 3 y 35.6 S‰ como punto máximo el día 7.
2. El crecimiento acumulado al final del ciclo fue de 1.33gr (experimental) y 1.26gr (comercial), mientras que el ritmo de crecimiento se observó que crecieron en promedio 0.26gr en la dieta experimental y 0.24gr en la dieta comercial. Teniendo como punto máximo de crecimiento en cinco días hasta 0.61 (dieta experimental) y 0.55 (dieta comercial).y la tasa de crecimiento al final del ciclo fue de 1.9 (comercial) y 1.2 (experimental).
3. La sobrevivencia al final de 95% para los organismos alimentados con la dieta experimental y de 94% para los organismos alimentados con la dieta comercial, el rendimiento productivo al final del ciclo fue de 2830.2libras(experimental) y 2681.3 libras (comercial), mientras que el factor de conversión alimenticia final más alto fue de 15.6 (experimental) y 16 (comercial).

4. Los camarones a los que se le aplicó alimento experimental tuvieron un mayor crecimiento que los camarones alimentados con la dieta comercial por lo tanto la hipótesis de investigación planteada es verdadera.

VIII.-RECOMENDACIONES

Para futuros investigadores y productores interesados en el mejoramiento del alimento comercial:

- ❖ Tener un manejo adecuado y monitoreo de los factores físico-químicos, especialmente de la temperatura porque esta va incidir sobre el resto de los factores.
- ❖ Darle el buen manejo al alimento durante el ciclo de del cultivo para sacar buena calidad del producto, darle uso alas buenas prácticas profesionales.
- ❖ Antes de comprar el insumo observar la calidad del alimento, la fecha de vencimiento y de fabricación.
- ❖ Colocar los dispositivos en un lugar donde el sol y el agua de lluvia no incida directamente sobre ellos. Para que estos se mantengan en buenas condiciones y de resultados buenos durante el cultivo.

IX.- BIBLIOGRAFIA

1. Andrews, J. W. y SICK, L. V. 1972. Studies on the nutritional requirements of penaeid shrimp. Proc. World Mar. Soc.. 3: 403- 414.
2. ALAVA, V. R. y C. LIM. 1983. The quantitative dietary protein requirements of *Penaeus monodon* juveniles in controlled environment. Aquaculture, 30: 53-61.
3. Álvarez J., 2007. Tesis sustitución de harina de pescado por harina de soya e inclusión de aditivos en el alimento a fin de mejorar la engorda del camarón blanco. Centro de investigaciones biológicas del noreste, México, pp 118
4. Anónimo 1, 1998. Boletín nicovita. MUESTREO POBLACIONAL EN EL CULTIVO DE CAMARÓN, PARTE II: USO DE TABLA DE ALIMENTACIÓN Y COMEDEROS (Tabla de alimentación). VOLUMEN 3 – EJEMPLAR 04. Abril, 1998. PDF. Pág. 1
5. Barreto A. Herrera C y Martinez E 2012. Manual de Infraestructura acuícola I. Carrera de Ingeniería Acuícola UNAN-LEON.
6. Beamish, F.W.H., Sitja-Bobadilla, A., Jebbink, J.A. Y P.T.K. Woo. 1996. Bioenergetic cost of cryptobiosis in fish: rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* infected with *Cryptobiasalmositica* and with an attenuated live vaccine. Diseases of Aquatic Organisms 25:1-8.
7. Beralanffy, L. von. 1938. A quantitative theory of organic growth .Hum. Biol. 10 (2)Ñ 181-213.
8. Carrillo O, Vega F, Nolasco H, y Gallardo N. 2002, Aditivos alimentarios como estimuladores del crecimiento de camarón. Universidad de La Habana, Grupo de Biotecnología Marina, Cuba. Tel: (537) 30 98 21. olimpia@comuh.uh.cu
9. Chen, H-YUNG; Z. P. ZEIN-ELDIN y D. V. ALDRICH. 1985. Combined effects of shrimp size and dietary protein source on growth of *Penaeus setiferus* and *P. vannamei*. J. World Mariculture Soc., 16: 288-296.

10. Chevez, K.F. 2000. Utilización del aditivo tipo antibiótico(oxitetraciclina)en alimentos de camarones *LitopenaeusVannamei* en estado juvenil. Nicaragua:Universidad Centroamericana.
11. Clifford, Henry C,1992.El manejo de estanques camaroneros(a caestudy in marine shrimp,pondmanegement).CyC. AcuacultureServices PO.Box.160.Cristal River,Florida 34423.USA. : 1,2.
12. **Cowey, C.B. y Forster, J.R.M. (1971):**The essential amino acid requirements of the prawn *Palaemon serratus*. The growth of prawns on diets containing proteins of different amino acid composition. Int. J. of Life in Oceans Coastal Waters10(1): 77.
13. Cruz, E,1993.Memorias del primer simposium Internacional de Nutricion y Tecnología de los Alimentos para Acuicultura.Mexico:UniversidadAutonoma de Nuevo Leon.
14. Cuéllar J, Lara C, Morales V, Gracia A y García O, 2010. Manualde buenas practicas de manejo para el cultivo del camaron blanco *penaeusvannamei*Opesca, Panama
15. Díaz, A.2008.Buenas Prácticas Agrícolas, Guía para Pequeños y Medianos Agro nempresarios, Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura, IICA, Tegucigalpa, Honduras,
16. Devresse, B. 2000.Producción de alimentos para camarón estables en el agua. pp 526-539 En: Civera-Cerecedo, R., Pérez-Estrada, C.J., Ricque-Marie, D. y Cruz-Suárez, L.E. (Eds.) Avances en Nutrición Acuícola IV. Memorias del IVSimposium Internacional de Nutrición Acuícola. Noviembre 15-18, 1998. La Paz, B.C.S., México.
17. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2009. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2008, Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO. 218 pp.

18. FAO(Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación), © 2006-2012. Programa de información de especies acuáticas. *Penaeus vannamei*. Programa de información de especies acuáticas. Texto de Briggs, M. In: *Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO* [en línea]. Roma. Actualizado 7 April 2006. [Citado 2 junio 2012].pp
19. Guevara, 2003. Formulación y elaboración de dietas para peces y crustáceos universidad nacional Jorge Basadre Grohmann, facultad de Ingeniería Pesquera.
20. Hardy, R. W. 1999. *Aquaculture Magazine*, 25(3). EVOLUCIÓN DE ALIMENTO PARA CAMARONES VOLUMEN 4 – EJEMPLAR 09
21. **Harrison, K.E. 1990.** The role of nutrition in maturation, reproduction and embryonic development of decapod crustaceans: a review. *J. Shellfish Res.* 9(1): 1-28.
22. Hernández C, 2010. Efecto de dos dietas comerciales de alimento (Zeigler-aquaxel), sobre el crecimiento de camarones *Litopenaeus vannamei* en la etapa de postlarva. Pág. 4-11
23. Herrera C y Martínez E. 2009 Guía para el componente curricular CAMARONICULTURA de la Carrera de Ingeniería Acuícola.
24. Herrera C 2012 Componente Curricular de Calidad de agua Carrera de Ingeniería Acuícola UNAN- LEON.
25. **Jaime, B., J. Galindo y J.S. Alvarez (1996 b):** Efecto del alimento natural-artificial y la fertilización en el engorde del camarón blanco *Penaeus schmitti*. *Rev. Cub. Invest. Pesq.* 20(1): 64-68.
26. **Lovell, R.T. (1992).** Fish farming: designing protein sources for tomorrow's world. *Biotechnology in the feed industry, Proceedings Alltech's eight annual symposium*. T.P. Lyond (ed), pp 236-252.

27. Longevus, 1999. Los minerales y su importancia en la alimentación (Minerales y vitaminas). Disponible en: <http://www.zonadiet.com/alimentacion/l-minerales.htm>. Cód. ISO-8859. Consultado el: miércoles, 26 de junio de 2012 04:21:36 p.m.
28. Martínez, E. 1996 Condiciones para el crecimiento del camarón blanco *Penaeus setiferus*; Modelo para el cultivo. Facultad de Ciencias, Tlatelolco, México, D.F.; Pag.65
29. Martínez, E. 1999. Fitoplancton. Universidad Centroamericana. Facultad de Ciencias y Tecnología. Centro de investigación del camarón. pags.3,4.
30. Martínez, E. y Zapata B. 1997. Aprovechamiento del alimento natural. Para engorde del camarón e importancia del control y análisis de los parámetros. VI Encuentro Nacional de Productos de camarones de Cultivos El Viejo Chinandega. Pags.29-46.
31. Martínez, E. y Herrera, C 2007. Folleto de Acuicultura de Camarones Marinos *L. vannamei* en Nicaragua, un enfoque Sostenible. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Departamento de Biología. León-Nicaragua.
32. Martínez, E. Y Herrera, C 2009 Guía para el componente curricular CAMARONICULTURA de la Carrera de Ingeniería Acuícola UNAN-León
33. Martínez E. 2009. Producción de camarones marinos a dos densidades de siembra en estanques de concreto utilizando sistema intensivo sin aireación. Las Peñitas, Nicaragua.
34. Martínez, E. 2012 Crecimiento de camarones marinos *litopenaeus vannamei* en estanque de concreto, laboratorio de investigaciones marinos y acuícola (LIMA) UNAN-LEON. León Nicaragua:5

35. Martinez E. 2012 Folleto Ecofisiología de organismos acuícolas, Facultad de Ciencias y Tecnología, UNAN-León
36. Muñoz T. 2009. Cultivo de camarón blanco LitopenaeusVannamei en dos densidades de siembra en estanques de concreto. Utilizando sistemas intensivo sin aeración en Las peñitas, León, Nicaragua. Pág. 8, 9, 14, 16, 20.
37. Nicovita, 1998. Métodos de alimentación Volumen 3 ejemplar 5
38. Piedrahita R. 2003. Reducing the potencia environmental impact of tank aquaculture effluents through intensification and recirculation. *Aquaculture*; 226: pp. 35-44.
39. **Ratafia, M.** (1995). Aquaculture today: a worldwide status report. *WorldAquaculture*. 26: 18-24. 439
40. Rayo F., 2009. Comparación de dos tipos de sistema de cosecha de camarones de cultivo empleado en Nicaragua y valorado en planta de proceso. Tesis UNAN – León, León, Nicaragua. Pág. 4, 11.
41. **Roberson, L., A.L. Lawrence y F. Castille 1993.**Effect of feed quality on growth of *Penaeussetiferus* and *Penaeusztecus* in pond pens. The Texas J. Sci. 45(1): 69-76.
42. Rosas, C.1999, Ecofisiología de Camarones de la Familia Peneaidae, Mexico: Universidad Nacional Autónoma de México.
43. Saavedra, M.,2001. Biología y Fisiología de especies acuáticas, Nicaragua: Universidad Centroamericana.
44. Santamaría, L. y Garcia, E.1991.Parametros importantes en la calidad de Aguas del Cultivo de Organismos Acuáticos en estanques de agua salobre. Manual técnico. Dirección Nacional de Extensión Agropecuaria. Panamá. Pag 27.
45. Santamaría F, 2009. Comparación de consumo y crecimiento de Camarones Litopenaeusvannamei utilizando dos tipos de marca de

- alimentos diferentes. Prime de Ecuador y Purina de Nicaragua con 25% de proteína. (Crecimiento y requerimiento nutricional). Tesis. Pág. 4-10. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA (UNAN-León).
46. Seiffert W. Q., 2004 cultivos de crustáceos. In Vinatea, L., Fundamentos de Acuicultura. Editora da UFSC, 1ªedicao, Brasil, 123-182.
47. Shpigel M, Neori A, Poper D, Gordin H. 1993. A proposed model for environmentally clean "land-based culture of fish, bivalves and seaweeds. *Aquaculture*; 117: pp. 115-128.
48. **Sudaryono, A., M. Hoxey, G. Kailis and L. Evans** (1995). Investigation of alternative protein sources in practical diets for juvenile shrimp *Penaeus monodon*. *Aquaculture* 134:313-323.
49. **Tacon, A.G.J. (1995 a)**: Feed formulation and on-farm feed management. FAO Fish. Tech. Pap. 343: 61-74.
50. **Tacon, A.G.J. (1995 b)**: Application of nutrient requirement data under practical conditions: special problems of intensive fish farming systems. J. Appl. Ichthyol. 11: 205-214.
51. **Tacon, A.G.J. (1996)**: Nutritional studies in crustaceans and the problems of applying research findings to practical farming systems. Aquaculture Nutrition, 1: 165-174.
52. TANGIOMEX, 2010. Módulo de producción hiper-intensiva de camarón *Litopenaeus vannamei* en agua subterránea dulce o salobre en zonas continentales y costas de México ó Latinoamérica con tanques de geomembrana de polietileno geotank-tangiomeX. Cultivo Hiper-intensivo de Camarón. www.tangiomeX.com.mx.
53. Terrazas, et al, 2010. Coeficientes de utilización digestiva aparente de materia seca, proteína y aminoácidos esenciales de ingredientes terrestres

para el camarón del Pacífico *Litopenaeus vannamei* (Decápoda: Penaeidae). Rev. biol.trop [online]. 2010, vol.58, n.4, Pág: 1561-1576. ISSN 00347744.

54. Zendejas, J. 1992.nutrición de camaron y manejo de la alimentación Mexico Purina México, S.A de C.V.

ANEXO 2

Crecimiento en peso

PESO INICIAL			
Fecha: 20/08/12			
experimental		comercial	
Ind.	Peso grs	Ind.	Peso grs
X ₁		X ₁	
X ₂		X ₂	
X ₃		X ₃	
Promedio		Promedio	
		Pila1	Pila2
P \bar{x} /Crecimiento			

Anexo 3

Tabla de Alimentación

Semana/fecha		Población	Sobrevivencia (%)	Px(gr)	Biomasa (gr.)	% Peso	Alimento diario (gr)	Alimento semanal (gr)	F.C.A
1									
2									
3									
4									
5									