

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua

UNAN-León

Facultad de Ciencias y Tecnología

Departamento de Biología

Carrera de Ingeniería Acuícola



Tesis para optar al título de Ingeniero Acuícola

**Crecimiento de camarones *Litopenaeus vannamei* en la etapa de juvenil
alimentados con dieta comercial y experimental.**

Autores:

Br. Yaris Adilia Sánchez Ramírez

Br. Luis Alfredo Sánchez Ramírez

Tutora:

MSc. Claudia Jovel C.

“A la libertad por la Universidad”

RESUMEN

La alimentación constituye el elemento principal del costo de producción en la camaronicultura y debido a este hecho es considerado como el factor de mayor importancia económica en esta actividad. Mucho se ha estudiado acerca de los requerimientos nutricionales de las diferentes especies de camarón que se cultivan en el mundo, y cada vez estamos más cerca del diseño de una dieta que garantice cumplir con todas las necesidades de estos organismos. En base a esto, el presente trabajo se evaluó el efecto de dos dietas, una comercial y una experimental sobre el crecimiento de los camarones marinos *Litopenaeus vannamei* en la etapa juvenil con una duración de 46 días. Para ello se evaluó la influencia de los parámetros físico químico. Los resultados de este estudio demuestran que, para ambos tratamientos la salinidad varió entre 28 a 35 S‰. La temperatura varió entre 27.8 y 29.1°C. El pH varió entre 6.8 y 7.2. Los resultados de los parámetros poblacionales, muestran que el peso inicial de los camarones para ambos tratamiento fue de 0.3 gr. El crecimiento final para el tratamiento con dieta experimental fue de 2.3 gr y para el tratamiento con dieta comercial fue de 2.1 gr. El ritmo de crecimiento promedio de los camarones para el tratamiento con dieta experimental fue de 0.5 gr y para el tratamiento con dieta comercial fue de 0.4 gr. La tasa de crecimiento para el tratamiento con dieta experimental fue de -5.9 gr y para el tratamiento con dieta comercial fue de -5 gr. El factor de conversión alimenticia para el tratamiento con dieta experimental varió entre 4.8 a 3 y para el tratamiento con dieta comercial de 4.9 a 3. La sobrevivencia, fue de 100% para ambos tratamientos. El Rendimiento productivo para el tratamiento con dieta experimental fue de 1013 lbs/ha y para el tratamiento con dieta comercial fue de 925 lbs/ha. De acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio se demuestra que el crecimiento del camarón marino *Litopenaeus vannamei* en la etapa juvenil es mayor con tratamiento de dieta experimental, que con el tratamiento de dieta comercial.

DEDICATORIA

A Dios que sin su ayuda no estaríamos ni seríamos lo que somos.

A nuestros padres Ana Ramírez y Fernando Sánchez, por apoyarnos siempre con esfuerzo, amor y dedicación.

A nuestros hermanos por apoyarnos en todo momento, en las buenas y en las malas.

A todos los profesores que hemos tenido en el transcurso de nuestra carrera por enseñarnos con dedicación y esfuerzo.

Y por último a todos nuestros compañeros y amigos de esta generación por demostrarnos el verdadero valor del compañerismo y la amistad.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por el invaluable regalo de la vida, y por permitirnos terminar en bien esta tesis.

A nuestros padres Ana Ramírez y Fernando Sánchez, por su amor y apoyo constante en el transcurrir de nuestras vidas.

A nuestros hermanos por estar con nosotros en todo momento sin importar las circunstancias.

A todos nuestros profesores y todos aquellos que gracias a sus críticas y consejos nos estimularon a mejorar como persona y profesionista, en especial a los profesores: Dr. Evenor Martínez, MSc. Claudia Herrera y Lic. Heberto Barrios C.

A nuestra tutora MSc. Claudia Jovel por su esmerada instrucción y orientación.

A toda nuestra generación por demostrarnos en todo este tiempo el buen valor de la amistad.

INDICE

I. INTRODUCCION.....	1
II.- OBJETIVOS.....	4
III.- HIPOTESIS.....	5
IV.- LITERATURA REVISADA	6
4.2 Ciclo biológico de camarones peneidos.....	6
4.3 Estadios larvales.....	7
4.3.1 Nauplio	7
4.3.2 Protozoa.....	7
4.3.5 Juvenil	8
4.4 Requerimientos de porcentajes de proteínas de cada etapa del camarón <i>Litopenaeus vannamei</i>	9
4.4.1 Postlarvas de 1 a 20 días.....	9
4.4.2 Postlarvas de 20 días a juvenil.....	9
4.4.3 Juveniles a preadultos	9
4.5.1 Factores que afectan la digestibilidad.....	10
4.5.1.1 Nutricionales	11
4.5.1.2 Factores fisicoquímicos que afectan la digestibilidad.	11
4.6 Sistemas de cultivo.....	13
4.6.1 Sistema Extensivo	13
4.6.2 Sistema Semi-intensivo	13
4.6.3 Sistema Intensivo	14
4.8.1 El Oxígeno Disuelto.....	15
4.8.2 Salinidad	16
4.8.3 Temperatura.....	17
4.8.4 pH.....	17

4.9 Alimentación del camarón	18
4.10 Nutrición general del camarón.....	19
4.11 Alimento natural y artificial	19
4.12 Requerimientos nutricionales del camarón <i>Litopenaeus vannamei</i>	20
4.12.6 Energía.....	23
4.12.7 Balance proteína/energía (P/E).....	24
4.13 Ingredientes utilizados en alimentos balanceados de camarón.....	24
4.13.1 Ingredientes proteicos	24
4.13.2 Ingredientes de origen animal	25
4.13.3 Ingredientes de origen vegetal.....	25
4.13.4 Aditivos alimentarios	25
4.13.5 Atrayentes y estimuladores	26
4.14 Elaboración del alimento	27
4.15 Control de calidad del alimento	29
4.15.1 La atractancia y la palatabilidad del alimento	29
4.15.2 Estabilidad en el agua	30
4.15.3 Tamaño del alimento	30
4.15.4 Coeficiente de digestibilidad aparente	31
4.16 Factores que intervienen en el consumo del alimento	32
4.16.1 Disponibilidad de alimento natural.....	32
4.16.2 Calidad de agua.....	33
4.16.3 Muda.....	33
4.16.4 Calidad del alimento balanceado.....	33
4.16.5 Interacción	34
4.16.6 Hábitos alimentarios	34

4.16.8 Enfermedades.....	35
4.17 Manejo del alimento	35
4.19 Métodos de alimentación.	36
4.19.1 Alimentación por charola.....	36
4.19.2 Alimentación al voleo.....	37
4.19.3 Alimentación en comederos	37
4.20 Muestreos poblacionales de los camarones	38
4.20.1 Crecimiento acumulado.....	38
4.20.2 Ritmo de crecimiento	38
4.20.3 Tasa de crecimiento (T.C)	39
4.20.4 Factor de Conversión Alimenticia (F.C.A)	40
4.20.5 Supervivencia.....	40
4.20.6 Rendimiento productivo.....	41
V.- MATERIALES Y METODOS	42
5.1 Localización	42
5.2 Dispositivo experimental.....	42
5.4 Elaboración de dieta experimental.....	43
5.4.1 Formulación del alimento experimental	43
5.4.2 Operaciones de elaboración de dieta experimental.....	44
5.6 Obtención de organismo.....	45
5.7 Tabla alimento	46
5.8 Toma de Factores Físico químicos.....	46
5.8.1 Salinidad	46
5.8.2 Temperatura.....	46
5.8.3 pH.....	47

5.9 Parámetros poblacionales	47
5.1 Crecimiento acumulado	47
5.9.2 Ritmo de crecimiento	48
5.9.3 Tasa de Crecimiento	48
5.9.4 Sobrevivencia.....	48
5.9.6 Rendimiento Productivo	49
VI.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	50
6.1 Factores fisicoquímicos	50
6.1.1 Salinidad	50
6.1.2 Temperatura.....	51
6.1.3 pH.....	52
6.2 Parámetros poblacionales	53
6.2.1 Crecimiento acumulado.....	53
6.2.2 Ritmo de crecimiento	54
6.2.3 Tasa de crecimiento.....	55
6.2.4 FCA.....	56
6.2.5 Sobrevivencia.....	57
6.2.6 Rendimiento Productivo	58
VII.- CONCLUSIÓN.....	59
7.1 Factores fisicoquímicos	59
7.2 Parámetros poblacionales.....	59
VIII.- RECOMENDACIONES	60
IX.- BIBLIOGRAFÍA.....	61

I. INTRODUCCION

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

Nicaragua es el país centroamericano de más reciente incorporación a la producción de camarón cultivado, sector que en los últimos años ha experimentado un acelerado crecimiento. Al ser un sector orientado fundamentalmente hacia la exportación, es una fuente generadora de divisas y debido a su potencial (alrededor de 28,150 has. de terreno aptas identificadas en la Cuenca del Estero Real (FAO, 1992), puede jugar un papel importante en el desarrollo económico y social de la zona y del país en general.

El cultivo de crustáceos se ha constituido como una floreciente industria, teniendo un crecimiento altamente significativo. Entre los crustáceos de importancia comercial, destacan los camarones Litopeneidos por su intensidad de producción (Guzmán, 1997). Siendo *Litopenaeus vannamei*, la especie con mayor éxito de cultivo en el mundo (Gaxiola, *et al*, 2006), lo cual conlleva a la necesidad de un mejor entendimiento de la relación entre la nutrición y fisiología de esta especie.

Dentro de los aspectos que determinan el éxito del cultivo de *Litopenaeus vannamei* se encuentra el conocimiento de su nutrición. La nutrición del camarón es un asunto complejo, porque sus requerimientos cambian a lo largo de sus ciclos de vida. Actualmente en las camaroneras la deficiencia del crecimiento en relación al alimento ha sido un gran reto que superar, ya que gran parte del crecimiento del camarón está atribuido nutricionalmente hablando al tipo y calidad de alimento suministrado, añadiendo a esto que la mayoría de alimentos comercializados para la alimentación de camarones son de altos costos, afectando la relación costo-beneficio. Por lo tanto,

una de las mayores problemáticas dentro del cultivo de esta especie es la búsqueda de nuevas fuentes alternativas de proteínas y otros componentes en las dietas de bajo costo que influyan en la velocidad del crecimiento o en el logro de las tallas máximas de la especie.

En la actualidad, el incremento de la demanda de alimentos balanceados en la acuicultura a escala mundial ha tenido un incremento notorio. No obstante que todos los ingredientes son importantes, la proteína de origen animal es el insumo que se incrementa de manera sustancial y por lo tanto repercute en la rentabilidad del cultivo, ya que puede representar entre un 40 y 60% de los costos de operación en una granja (FAO, 2000).

El desarrollo de la acuicultura de los crustáceos ha conducido a la necesidad de un mejor entendimiento de la relación entre la anatomía y la función del tracto digestivo de los crustáceos decápodos, en particular los camarones peneidos (Ceccaldi 1997). Una alimentación efectiva depende del conocimiento acerca de cómo los organismos usan los diferentes componentes de las dietas (Vega, F., *et al.* 1993). Este hecho ha llevado a que un número de investigaciones recientes acerca de los procesos digestivos se enfoquen en la evaluación de la habilidad de los organismos para hidrolizar, absorber y asimilar los principales nutrientes de la dieta (Guzmán *et al.* 2001).

En la acuicultura, este conocimiento permitirá la selección de ingredientes con valor nutritivo potencial (en relación a la calidad de la materia prima) optimizando la formulación de raciones que proporcione niveles adecuados de energía para los procesos básicos del organismo, permitiendo la acumulación de proteína en el tejido (Villarreal, 1997).

La búsqueda y producción de nuevas dietas específicas para camarones con todos los requerimientos nutricionales necesarios para su crecimiento y de bajo costo económicos son necesarias.

En la actualidad en Nicaragua se han realizado investigaciones con el objetivo de perfeccionar el conocimiento de la alimentación y nutrición del camarón blanco con vistas a diseñar dietas prácticas eficientes que sustenten el desarrollo de la camaronicultura, teniendo como aporte principal de proteína la harina de pescado y combinándola con otras materias primas, de modo tal, de crear una dieta específica que aporte todos los requerimientos necesarios para el buen crecimiento y desarrollo del camarón sin afectar la relación costo-beneficio.

Los resultados de este trabajo de investigación podrán demostrar la efectividad de fórmulas alternativas de elaboración de dietas con bajo costo, sin duda esto ayudará en mejorar el crecimiento de los camarones con bajos costos operativos para los productores.

II.- OBJETIVOS

General

Evaluar el efecto de dos dietas, una comercial y una experimental sobre el crecimiento de los camarones marinos *Litopenaeus vannamei* en la etapa juvenil.

Específicos

1. Determinar la influencia de los factores fisicoquímicos (temperatura, salinidad, pH) sobre el crecimiento de los camarones *Litopenaeus vannamei* sometidos a dos condiciones de alimentación una comercial y una experimental.
2. Evaluar el crecimiento expresado como crecimiento acumulado, ritmos de crecimiento, tasa de crecimiento de los camarones *Litopenaeus vannamei* en etapa juvenil.
3. Comparar la sobrevivencia, los rendimientos productivos, factor de conversión alimenticia de los camarones sometidos a las dos condiciones.

III.- HIPOTESIS

El crecimiento del camarón marino *Litopenaeus vannamei* es mayor con el tratamiento de dieta experimental, que con el tratamiento de dieta comercial.

El crecimiento del camarón marino *Litopenaeus vannamei* es mayor con el tratamiento de dieta comercial, que con el tratamiento de dieta experimental.

IV.- LITERATURA REVISADA

4.1 Taxonomía de *Litopenaeus vannamei*

Phylum: Arthropoda

Clase: Malacostraca

Orden: Decápoda

Suborden: Dendobranchiata

Superfamilia: Penaeoidea

Familia: Penaeidae

Género: *Litopenaeus*

Especie: *vannamei*

(Pérez-Farfante y Kensley, 1997)4.2

4.2 Ciclo biológico de camarones peneidos

La cópula generalmente ocurre en aguas oceánicas donde son liberados los huevos fecundados. Una vez eclosionados, las larvas pasan por 5 estadios de nauplio, tres de protozoa y 3 estadios de mysis, antes de llegar a ser postlarva. El desarrollo larval frecuentemente toma entre 14 y 18 días, dependiendo de la temperatura del agua y de la cantidad y calidad del alimento disponible. Las postlarvas migran desde las áreas de desove hacia los estuarios y lagunas (Rosas y Martínez, 1996)

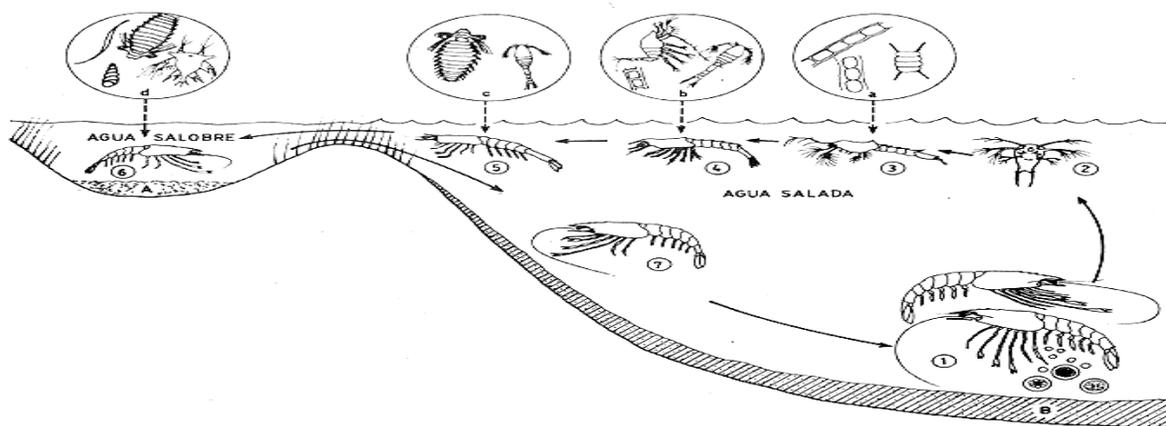


Figura 1. Ciclo biológico de camarones peneidos

(Rosas y Martínez, 1996)

4.3 Estadios larvales

El estadio larvario tiene una duración cercana a las 3, tendrá que ir variando tanto su morfología externa e interna (hepatopáncreas, antenas y anténulas) y su fisiología, producción enzimática para poder asimilar los diferentes tipos de alimento que ingerirá (Herrera y Martínez., 2009)

4.3.1 Nauplio

Luego de la eclosión del huevo, que dura de 14 a 16 horas después de la fertilización, el estadio larvario siguiente se llama nauplio, existiendo cinco subestadios naupliares (Morales, 1990), y toda su fase dura aproximadamente de 40 a 50 horas, estos tienen una longitud promedio de 0.5 mm y un ancho de 0.2 mm, dependiendo de la temperatura y la calidad del nauplio (Arellano, 1990)

4.3.2 Protozoa

Aparece luego de la quinta metamorfosis de nauplio, esta muda se caracteriza por la diferenciación del cefalotórax con el abdomen y el nado hacia adelante (Edemar *et al.*, 1996), este estadio consta de tres subestadios y tiene una duración de 4 a 6 días, dependiendo del manejo y la calidad de la larva. A partir de la primera zoea la larva comienza a absorber alimento del agua, que generalmente consiste en microalgas fitoplanctónicas (Arellano, 1990).

4.3.3 Mysis

Luego del tercer estadio zoea, las larvas mudan pasando al estadio de mysis, en el cual se puede observar el cuerpo encorvado en la región abdominal y nado mediante contracciones abdominales (Edemar *et al.*, 1996)

4.3.4 Postlarvas

En esta etapa se desplaza hacia la franja litoral en busca de las lagunas costeras o esteros, que tienen gran importancia en su ciclo vital, ya al fin de este período, los individuos alcanzarán tamaños de 7 a 11 mm, aproximadamente 14 días después de

postlarvas, teniendo como ambiente natural las lagunas costeras y/o esteros (Herrera y Martínez., 2009)

4.3.5 Juvenil

En esta etapa los organismos migran hacia la costa, a aguas menos profundas y de baja salinidad: por ejemplo, zonas de manglar, esteros, lagunas, ricas en materia orgánica, donde crecen hasta alcanzar estadios de adulto o preadulto migrando luego a mar abierto para madurar y reproducirse.

Las postlarvas penetran a los esteros, abandonan su modo de vida planctónico y pasan a formar parte del bentos (organismos del fondo) en las zonas litorales someras o de poca profundidad. En estos fondos, ricos en alimentos, atraviesan una fase de crecimiento alcanzando rápidamente el estadio juvenil, y a medida que aumenta su talla, van regresando gradualmente a las zonas de desagüe de lagunas o de estuarios donde se convierten en sub-adultos. Poco después estos camarones migran mar afuera. Siguiendo su proceso de crecimiento, para finalmente alcanzar los lugares de reproducción y completar su ciclo de vida. Generalmente las especies de esta familia alcanzan su madurez sexual antes de haber cumplido un año de edad.

Los juveniles y subadultos que viven en estuarios lagunas y manglares son los que mejor soportan mayores variaciones en las condiciones ambientales (Anónimo 5, 1988).

Tabla № 1. Alimentación y comportamiento de cada etapa del camarón Litopenaeus vannamei

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

(Herrera y Martínez., 2009).

4.4 Requerimientos de porcentajes de proteínas de cada etapa del camarón Litopenaeus vannamei.

4.4.1 Postlarvas de 1 a 20 días

Para esta etapa del camarón se necesita un requerimiento del 45% de proteína

4.4.2 Postlarvas de 20 días a juvenil

Para esta etapa del camarón se necesita un requerimiento del 35% de proteína

4.4.3 Juveniles a preadultos

Para esta etapa del camarón se necesita un requerimiento del 35% de proteína

4.5 Digestión del camarón marino Litopenaeus vannamei

La digestibilidad está determinada por la biodisponibilidad de nutrientes de un ingrediente o alimento, es decir es la determinación de la capacidad del aparato digestivo de un organismo para convertir un alimento en sustancias útiles para su

nutrición (Cruz *et al.*, 2000). Esto se puede cuantificar con la fracción del nutriente en el alimento ingerido que no es excretado en las heces (Anónimo 1, 1993).

En la digestibilidad intervienen dos procesos: en primer lugar la digestión, que corresponde a la hidrólisis de las moléculas complejas de los alimentos por medio de enzimas y luego la digestibilidad en sí que consiste en la asimilación de las moléculas pequeñas (aminoácidos y ácidos grasos) en las células de absorción del hepatopáncreas (Cruz *et al.*, 2000).

Una dieta formulada puede ser balanceada y contener todos los nutrientes dietéticos esenciales, pero aun así esta no puede producir un buen crecimiento porque los ingredientes no están realmente disponibles. El verdadero valor nutritivo de una dieta formulada es dependiente de la biodisponibilidad de sus nutrientes y no simplemente de su composición. El perfil nutritivo de un ingrediente aparentemente puede ser bueno, pero si estos nutrientes no son digeridos, absorbidos o utilizados, son de poco valor para el animal (Cruz, 1999). Por lo tanto la información de la digestibilidad es esencial en la evaluación de la calidad de los ingredientes del alimento (Akiyama *et al.*, 1993).

Con el conocimiento de la digestibilidad podemos adaptar las fórmulas alimenticias para los requerimientos que representa el hecho de intensificar los cultivos, permitiendo una formulación precisa y completa de las dietas, teniendo a su vez efectos económicos, ya que se puede establecer los requerimientos exactos de la proteína, que es el ingrediente más caro dentro de la composición de las dietas o se puede evaluar otras posibles fuentes de este nutriente de menor costo. (Mendoza, 1999).

4.5.1 Factores que afectan la digestibilidad

La digestibilidad de los alimentos puede ser afectada por la fracción mayor (proteína, carbohidratos y lípidos) o la menor (vitaminas y minerales), así como también la presencia de compuestos inhibidores en su composición (Lee y Lawrence, 1997).

La digestibilidad de los ingredientes del alimento no solo depende de la estructura del sistema digestivo de los organismos, sino también de las condiciones ambientales que los rodean y que afectan a la fisiología de los mismos como la salinidad (Hajra *et al.*, 1988), temperatura (Mendoza, 1999), y otros factores físico-químicos.

4.5.1.1 Nutricionales

La digestibilidad de una dieta puede ser afectada de manera diferente por los efectos asociativos de los constituyentes de la dieta; así que el valor de la digestibilidad de una dieta no es el promedio de los valores de cada uno de sus ingredientes y esta puede verse afectada por la composición de las dietas (Akiyama *et al.*, 1989).

El crecimiento del *Litopenaeus vannamei* ha sido positivamente correlacionado con la asimilación eficiente de la proteína, teniendo mayor influencia la calidad de la proteína suministrada, más no la cantidad de la misma (Smith *et al.*, 1985).

La digestibilidad de la proteína aumenta cuando el nivel de proteína en la dieta es incrementado. Según Akiyama *et al.* (1989) no existen diferencias de digestibilidad por el origen de la proteína en la dieta ya sea ésta vegetal o animal, pero una mezcla de dos fuentes diferentes puede mejorar el valor de ésta (Colvin y Brand, 1977).

En cuanto a los lípidos parecen no tener efectos sobre la digestibilidad de la proteína (Mendoza, 1993) pero un exceso de estos es perjudicial en las dietas (Akiyama *et al.*, 1993). Por otro lado la fibra interviene en la digestibilidad proteica de los ingredientes, como es el caso de la harina de camarón que es menos digestible que las harinas de pescado o calamar por su alto contenido de fibra (10,7%) (Akiyama *et al.*, 1989).

4.5.1.2 Factores físicoquímicos que afectan la digestibilidad.

4.5.1.2.1 Salinidad

El estudio de la digestibilidad de los crustáceos ha sido muy limitado (Lee y Lawrence, 1997), y el efecto de la salinidad sobre la misma ha recibido aún menos

atención. Los efectos de la salinidad (10-40 S ‰) en especie tropical (*L. vannamei*) fueron determinados en laboratorio y los resultados indicaron que la salinidad no tiene demasiada influencia a menos que los niveles de proteína suministrados sean bajos (20%); esto es comprobado con los resultados obtenidos por Cabanillas (1996) que tampoco encontró diferencias en la digestibilidad de la proteína a 16 y 35 ups.

La digestibilidad aparente de la materia seca decrece con el incremento de la salinidad a 40 ups en un 30-40 %, en los animales alimentados con proteína baja, esto sugiere que la porción no proteica de la dieta es la más afectada por la salinidad (Robertson *et al.*, 1993).

La razón por la cual la salinidad afecta a la digestibilidad probablemente está relacionada con el uso de los aminoácidos en la osmorregulación de los crustáceos. En bajas salinidades se produce una pérdida de aminoácidos, reduciendo su concentración en los tejidos por la oxidación muscular; esta disminución del nivel de aminoácidos puede provocar una reducción de la síntesis de enzimas digestivas y una menor eficiencia de la digestión (Lee y Lawrence, 1997).

4.5.1.2.2 Temperatura

Un aumento en la temperatura dentro de los límites térmicos de cada especie acelera diversos procesos digestivos tales como la evacuación gástrica, las actividades enzimáticas o la absorción intestinal (Mendoza, 1993). Pero aun así no se ha encontrado un efecto muy significativo de la temperatura en la digestibilidad de los crustáceos (Lee y Lawrence, 1997), sino más bien una reducción en la tasa de ingestión del alimento, cuando esta es menor a los parámetros normales (Ocampo, 1998)

4.5.1.2.3 Oxígeno

Trabajos hechos en *Litopenaeus vannamei* a diferentes niveles de oxígeno no han encontrado gran influencia de estos sobre la digestibilidad de esta especie; en bajos

niveles de oxígeno existe una disminución del crecimiento pero esto es más bien atribuido a la pobre tasa de ingestión del alimento (Lee y Lawrence, 1997).

4.5.1.2.4 pH

Los efectos del pH y la calidad del agua sobre la digestibilidad de los alimentos no han sido objeto de estudio, pero estos pueden tener algún tipo de efecto en el balance metabólico de los organismos (Lee y Lawrence, 1997).

4.6 Sistemas de cultivo

4.6.1 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 larvas silvestres (Martínez, *et al.*, 2012)

4.6.2 Sistema Semi-intensivo

Este sistema de cultivo, practicado en estanques, se basa en la siembra de peces en monocultivo o policultivo a densidades bajas a medias, hasta 5-20 camarones por metro cuadrado, según las peculiaridades de cada sitio. A diferencia del extensivo, donde los animales sólo consumen el alimento natural disponible, en este cultivo la alimentación natural se ve mejorada por la fertilización artificial mediante la aplicación de fertilizantes orgánicos (excretas animales, 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 construidos por el hombre, en donde se complementa la alimentación con alimento artificial (Martínez, *et al.*, 2012)

Los costos de operación y administrativos son relativamente moderados porque debe invertirse en alimentación, fertilización, mano de obra, controles de producción y en utilización de combustibles para aireación, bombeo en los recambios de agua.

El área de piscinas semiintensivas es muy variable, entre 2 y 30 hectáreas. Sin embargo, el tamaño ideal desde el punto de vista de manejo es entre 4 y 8 hectáreas. La profundidad operacional promedio debe estar entre 1 y 1.25 metros, la profundidad mínima no debe ser menor de 1 metro y la profundidad máxima no debe ser mayor de 2 metros (Jory, 2001)

Los rendimientos promedios de este sistema son de 1000 kg/ha elevado a la -1 al año, con una duración de cultivo entre 120 y 140 días por cosecha (Regueira, 2001).

En las granjas de camarón donde se prefiere usar alimento suplementario durante el ciclo de crecimiento, se obtiene un buen índice de conversión (FCA), los cuales se encuentran entre 1:1 a 1.3:1 libras de alimento por libra de camarón (Talavera *et. al*, 2005)

Mientras mayor sea la densidad de siembra sobre este sistema, se crea una mayor dependencia de la tecnología, pues el riesgo de que la cosecha falle por enfermedades, alimentación insuficiente, o estrés de las especies sembradas aumenta con la cantidad de camarones por hectárea (Marriot, 2003).

4.6.2.1 Frecuencia de Alimentación en Cultivo Semi – Intensivo

La forma más frecuente de alimentación en cultivo semi-intensivo es alimentar dos a tres veces al día (Ching *et al*, 2004).

4.6.3 Sistema Intensivo

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

concentrados peletizados; en algunos casos los requerimientos tecnológicos son también superiores, necesitando el uso de aireadores para mantener niveles de oxígeno adecuados, mayor recambio del agua, etc. Por lo general, estos cultivos se realizan con una sola especie. Se efectúa con fines comerciales en estanques construidos, en sistemas de cascada (Raceways), en canales abiertos o en jaulas situadas en los embalses. Se realiza un control permanente de la calidad de agua. La alimentación básicamente es concentrada con bajos niveles o nulos de fertilización (Martínez, *et al.*, 2012)

4.7 Calidad de agua

Uno de los conocimientos fundamentales que debemos tener presente en cultivo de camarones, es la calidad de agua, lo cual ciertamente nos ayudará a comprender mejor el ambiente donde se desarrollan los organismos que deseamos producir.

Debemos tener conciencia que los ambientes acuáticos son bastantes complejos, más que los ambientes terrestres. El agua es el fundamento de la vida y domina totalmente la composición química de todos los organismos (Herrera y Martínez., 2009).

4.8 Factores físico-químicos que afectan el cultivo del camarón

Es esencial la toma diaria de las variables Físico-Químicas y Biológicas de cada estanque de la camaronera. Los datos representan una fotografía instantánea de la situación del medio de cría. Como el médico se basa en los resultados de análisis de laboratorio para hacer su diagnóstico y recetar un medicamento, el camaronero debe basarse sobre los datos del medio de cría para identificar los problemas y determinar las acciones (Herrera y Martínez., 2009).

4.8.1 El Oxígeno Disuelto

La concentración de oxígeno disuelto en agua se expresa en mg/L. 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. (Boyd, 2000).

Las concentraciones de oxígeno disuelto pueden variar considerablemente con la profundidad y la ubicación. En los estanques, las concentraciones de oxígeno disuelto más bajas están usualmente a más profundidad, donde el camarón pasa la mayor parte del tiempo. Así, las mediciones de oxígeno disuelto deberían realizarse en la parte más profunda del estanque y cerca del fondo. Se debe evitar que el sensor del oxigenómetro entre en contacto con el fondo, pues se obtendrán mediciones erróneas. Lo ideal es tomar muestras a 5 cm arriba del fondo. (Boyd, and Tucker. 1998).

Lo óptimo está de 4-8 mg/L, para permitir que haya oxígeno suficiente en el sistema para que las bacterias actúen en la reducción de la materia orgánica o descomposición aeróbica. Cuando el oxígeno disuelto se encuentra muy bajo los organismos se estresan y pueden morir. Se debe evitar no solo una baja concentración, sino valores superiores a 8 mg/L, ya que esto indicaría una excesiva concentración de fitoplancton que puede producir una depleción notable de oxígeno durante la noche. (Herrera y Martínez, 2009).

4.8.2 Salinidad

La salinidad es la cantidad total de materia sólida disuelta en un Kg de Agua de mar, cuando todo el Carbonato se ha convertido en Óxido, todo el Bromo y Yodo en Cloro y la materia orgánica está completamente oxidada. Esta cantidad de materia sólida es expresada en G. y la salinidad se mide en G/Kg. ‰ (ppt) (Herrera y Martínez, 2009).

Los intervalos óptimos de salinidad son de 15 a 25 ppm (Herrera y Martínez, 2009), aunque el camarón puede tener un crecimiento normal con intervalos entre 4 a 40 ppm (Wang, 2000). 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. La salinidad alta tiene consecuencias nefastas sobre el ecosistema del estanque. Sabemos en efecto que para las salinidades altas o bajas los organismos marinos deben utilizar una gran parte de su energía para equilibrar su medio interior con el exterior esto se hace en contra del crecimiento y la supervivencia.

4.8.3 Temperatura

La temperatura tiene un efecto muy grande sobre los procesos químicos y biológicos. En general, cuando la T °C sube de 10°C provoca una elevación de 2 a 3 veces de los procesos químicos y biológicos, así el camarón va a consumir 2 a 3 veces más oxígeno, entonces la necesidad de oxígeno disuelto del camarón y de los demás organismos aeróbicos del estanque es mucho más crítica en agua caliente, que en agua más fría (Herrera y Martínez, 2009).

Los intervalos óptimos de temperatura son de 28 a 32 °C. La temperatura del agua afecta el desarrollo y crecimiento del camarón; aumentando el metabolismo al aumentar la temperatura del agua e influenciar sobre una serie de procesos biológicos. Cada especie de camarón tiene capacidad para resistir un rango específico de temperatura y dentro de este mismo rango tiene una temperatura óptima para su crecimiento y reproducción. Estos rangos óptimos pueden cambiar a medida que crecen los camarones. En general la temperatura por encima de 28 °C es considerada adecuada para su cultivo. Sin embargo, si la temperatura cae por debajo de 28 °C o sube por encima de 32 °C, la temperatura es estresante para el camarón, afectando el consumo de alimento en 30 a 50% ya sea disminuyendo o aumentando, respectivamente; y en estas circunstancias tampoco es aprovechado el alimento eficientemente en el crecimiento en peso (para convertirlo en músculo) y afectando el factor de conversión. (Herrera y Martínez, 2009).

4.8.4 pH

Es un sinónimo de la concentración de iones de hidrógeno que tiene las aguas, es decir, su grado de acidez o alcalinidad. Es expresado, matemáticamente, como el

logaritmo del recíproco de la cantidad del ion hidrógeno: $\text{pH} = -\text{Log} [\text{H}^+]$. Es medido en escala con rango de 0 a 14, con un punto neutro ($\text{pH} = 7$); los valores por debajo de 7 corresponden a un pH ácido y por encima de 7 corresponden a un pH básico o alcalino (Márquez, 1991).

El intervalo óptimo de pH es de 6 a 9 (Boyd, 2000). El pH actúa directamente en los procesos de permeabilidad de la membrana celular, actuando sobre el transporte iónico intra y extracelular, el tejido branquial es el principal afectado por la acidez del medio. Cuando los organismos son expuestos a bajos niveles de pH, la cantidad de mucus de la superficie branquial aumenta, lo cual interfiere en el intercambio gaseoso e iónico que se realiza a través de las branquias. Por tanto un daño a nivel del balance ácido-básico sanguíneo, resulta en estrés respiratorio. Si el pH es inferior a 6 todo el tiempo, generalmente el agua contiene ácido sulfúrico de la oxidación del sedimento con sulfides. Hay que hacer un tratamiento del suelo con cal (Herrera y Martínez, 2009).

4.9 Alimentación del camarón

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 un óptimo aprovechamiento de la misma, permitirá elevar la eficiencia y evitar que se conviertan en fuente de contaminación (Tacon, 1995), la que va cobrando elevada relevancia en cuanto a la calidad y cantidad de alimento a adicionar en dependencia de la especie, edad, estado fisiológico y condiciones del cultivo entre otras (Akiyama *et, al.*, 1993, Tacon 1996).

En general las dietas disponibles comercialmente para la acuicultura contienen fuentes de proteínas y lípidos de origen animal y vegetal y carbohidratos, a las que les suplementa con vitaminas, minerales, preservante, atrayentes y colorantes entre otros, sin embargo el incremento en precio de los alimentos exige la selección y evaluación de las mismas, para proporcionar características deseables al producto, tales como que sean nutricionalmente efectivos, buena estabilidad en el agua,

atractividad y palatabilidad, que permitan tallas de buen valor comercial y mayores rendimientos, para hacer más rentable el cultivo de la especie, siendo éste el objetivo final (Herrera y Martínez, 2009).

4.10 Nutrición general del camarón

La nutrición de camarones implica procesos químicos y fisiológicos que proveen nutrientes al animal para sus funciones normales, de mantenimiento y crecimiento. Una parte importante de este proceso es la digestión, que involucra descomposición mecánica, solubilización y absorción de nutrientes, el cual depende de la anatomía y fisiología del sistema digestivo de cada especie (Ceccaldi, 1997).

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 predadora consumiendo generalmente proteína animal como artemia. Luego de la metamorfosis a postlarva /juvenil se vuelven carroñeros bentónicos, nutriéndose de una variedad de alimentos y siendo omnívoros el resto del ciclo (Herrera y Martínez., 2009).

4.11 Alimento natural y artificial

No es necesario demostrar la importancia de la alimentación natural en el estanque sobre los camarones. En acuicultura especialmente en los sistemas extensivo y semiintensivo se aprovecha mucho la productividad natural para bajar el costo de producción relacionado con el alimento artificial. Una parte del alimento natural en la aclimatación del camarón depende de la cantidad de la producción natural y de la biomasa en camarón. Sabemos que con biomasa bajas tal como las que encontramos en el sistema extensivo no se necesita alimento artificial para mantener el crecimiento de los camarones; el alimento natural es suficiente en cantidad y en calidad (Herrera y Martínez., 2009).

La biomasa máxima que puede ser obtenida depende de la disponibilidad en alimento, también en producción semiintensiva e intensiva la cantidad del alimento natural es rápidamente insuficiente para asegurar solo el crecimiento de los

animales. En el sistema semiintensivo el alimento natural interviene como único alimento al inicio de la cría cuando la biomasa en el camarón es todavía baja y como complemento (aporte de vitaminas, ácidos grasos y amino ácidos esenciales etc.), cuando llegamos a biomasa más altas (Herrera y Martínez., 2009).

4.12 Requerimientos nutricionales del camarón *Litopenaeus vannamei*

La nutrición implica procesos químicos y fisiológicos que proveen de nutrientes al animal para sus funciones normales de mantenimiento y crecimiento. Por consiguiente involucra ingestión, digestión, absorción, transporte de nutrientes y remoción de desechos (Akiyama *et al.*, 1993).

Los alimentos balanceados constituyen la fuente de nutrientes utilizada para complementar o reemplazar al alimento natural, estos proveen principalmente proteína y energía a los organismos cultivados (Akiyama y Chwang, 1999).

Aunque los principios nutricionales son similares para todos los animales, la cantidad de nutrientes requeridos varía con las especies. Hay aproximadamente 40 nutrientes esenciales requeridos por peces y animales terrestres. Aparentemente estos nutrientes esenciales son similares para camarón y podrían incluir aminoácidos, ácidos grasos, energía, vitaminas, minerales. Estos nutrientes son provistos en cierto grado por los alimentos procesados y el medio natural de cultivo (Akiyama y Dominy, 1989).

Las necesidades nutricionales para los organismos peneidos en términos de proteínas, energía, lípidos, carbohidratos, vitaminas y minerales han sido ampliamente estudiados (Lim y Akiyama, 1998).

4.12.1 Proteínas

Los crustáceos como otros animales se alimentan para satisfacer sus necesidades energéticas. La cantidad de proteína en la dieta debe estar balanceada con la cantidad de energía disponible para de esta manera alcanzar una ingestión proteica óptima y una buena tasa de conversión (D. Abramo y Sheen 1996). Cuando la

energía está disponible, la proteína es utilizada para el crecimiento (Akiyama et al. 1991).

El nivel óptimo de proteínas en la dieta de los crustáceos oscila entre 30 y 50% (Akiyama & Dominy 1989). Colvin y brand (1977) han señalado que el requerimiento proteico para un óptimo crecimiento y eficiencia alimenticia en *Litopenaeus vannamei* es de 30%.

Los estudios sobre requerimientos proteicos han correlacionado las propiedades nutritivas de las proteínas con su contenido y composición de aminoácidos. Las proteínas más nutritivas para una determinada especie suelen ser aquellas en la que su contenido en aminoácidos es semejante a la composición de la especie (Deshimaru y Shigeno 1972).

4.12.2 Lípidos

Son una fuente concentrada de energía y de ácidos grasos esenciales para el adecuado desarrollo y supervivencia del camarón. El nivel óptimo en la dieta de *Litopenaeus vannamei* oscila entre 6 y 10% (Akiyama et al. 1991).

La función principal de los ácidos grasos esenciales se ha relacionado con su papel como componente de fosfolípidos (Akiyama et al. 1991). Los camarones no pueden sintetizar colesterol, muchos esteroides y componentes esenciales como hormonas, ácidos biliares y vitamina D son sintetizados a partir del colesterol (Kanazawa et al. 1971). Estos compuestos mantienen la flexibilidad y permeabilidad de las membranas celulares y participan en la activación de ciertas enzimas (Akiyama et al, 1991).

4.12.3 Carbohidratos

Son utilizados metabólicamente como fuente para la producción de energía, en la síntesis de quitina, en la formación de esteroides y de ácidos grasos (Martínez 1993).

La principal forma de almacenamiento de carbohidratos en los animales es el glucógeno (Akiyama *et al*, 1991).

Los carbohidratos son generalmente la fuente más barata de energía en los alimentos (Anónimo 2, 1987), pero su utilización por el camarón es muy limitada (Akiyama y Dominy 1989). Sin embargo, en la ausencia de carbohidratos, el camarón podría utilizar proteína para mantener sus necesidades de energía (Akiyama *et al*, 1991).

Investigaciones realizadas con camarones peneidos indican que estos crustáceos son capaces de utilizar polisacáridos complejos tales como el glucógeno, almidón y dextrina de manera más eficiente que los azúcares simples como la glucosa (Andrews y Sick 1972).

4.12.4 Vitaminas

La deficiencia vitamínica implica una reducción de crecimiento y mayor propensión a enfermedades. Las vitaminas C, E y muchas de las pertenecientes al complejo B se necesitan en la dieta de *Litopenaeus vannamei*.

En sistemas de cultivo donde la capacidad de carga del estanque no exceda niveles de 250 g/m², el alimento natural puede ser suficiente para abastecer algunas o todas las vitaminas esenciales. Los requerimientos vitamínicos para camarón son influenciados por el tamaño del organismo, edad, tasa de crecimiento, condiciones ambientales e interacción entre nutrientes (Akiyama y Dominy 1989).

4.12.5 Minerales

Existen aproximadamente 20 elementos inorgánicos que realizan funciones esenciales en el organismo (Akiyama y Dominy 1989). Son importantes en los procesos metabólicos del Calcio y Fósforo que intervienen en la síntesis del exoesqueleto (Martínez 1993), ayudan a mantener el balance osmótico, son constituyentes estructurales de tejidos e intervienen en la transmisión de impulsos

nerviosos y en la contracción muscular (Anónimo 2,1987). La cantidad total de minerales que se incluyen en las dietas comerciales para *Litopenaeus vannamei* oscila entre 2 y 7%.

4.12.6 Energía

La energía no es un nutriente pero si un producto de la absorción y metabolismo de los componentes orgánicos de los alimentos, como son las proteínas, lípidos y carbohidratos. Los peces y crustáceos utilizan preferentemente las proteínas como fuente de energía, debido en primer lugar a la pobre utilización de fuentes de carbohidratos de poca digestibilidad, lo cual ha sido mejorado notablemente con el proceso de la gelatinización de estos (Davis y Arnold; 1993), y por otra parte a que los lípidos solo pueden utilizarse hasta cierto porcentaje de inclusión en la dieta (10 %), niveles superiores a éste provocarían anomalías en el hepatopáncreas de los animales, disminución en el crecimiento e incrementos en las mortalidades (Cuzon y Guillaume, 1997).

Los camarones requieren de energía para el crecimiento, actividad muscular y la reproducción (Akiyama *et al.*, 1993), estos toman la energía de la oxidación del alimento. La cantidad de energía que necesita un organismo depende de la etapa del ciclo biológico en la que se encuentra, de la estación y de las condiciones medioambientales. Un organismo necesitará más energía por unidad de peso en sus etapas iniciales que en estado adulto; así mismo, la temperatura ambiente tiene un efecto determinante en la velocidad metabólica de los organismos (Rodríguez, 1999). Se considera que los organismos acuáticos tienen requerimientos energéticos menores que los animales terrestres debido a que son poikilotermos, es decir regulan la temperatura corporal a la del medio, requiriendo menos energía para mantener su posición y para moverse en el agua en comparación con los organismos terrestres. Además los desechos nitrogenados son excretados en forma de amoníaco, en vez de urea o ácido úrico, perdiendo menos energía en el catabolismo proteico y la excreción de desechos nitrogenados (Cruz, 1996).

Estudios realizados en la alimentación de camarones indican que las dietas exitosas generalmente no contienen niveles de energía menores a 3,5 kcal/g dieta (Alava y Lim, 1983).

4.12.7 Balance proteína/energía (P/E)

La fuente de proteína, la calidad y el porcentaje de inclusión de la misma tiene un rol preponderante dentro del balance P/E. Así mismo los ingredientes no protéicos (lípidos y carbohidratos) son excelente fuentes de energía pero su inclusión es limitada porque pueden alterar la calidad del alimento. De la adecuada interrelación de estos ingredientes con los factores medioambientales depende de la calidad y utilidad de la dieta (Alava y Pascual, 1987).

El conocimiento de los niveles óptimos de proteína y la economización de esta, mediante el uso de energía digestible no protéica como carbohidratos y lípidos serán necesarios para reducir los costos de alimento y para producir un máximo crecimiento (Bautista, 1986).

El nivel óptimo del balance P/E en los crustáceos es dependiente de la especie, edad y ciclo de vida (Cuzon y Guillaume, 1997).

Determinar la tasa proteína/energía en un alimento suplementario además de reportar beneficios económicos, permite obtener un sistema de producción más ecológico, evitando el exceso de proteína en la dieta, disminuyendo consecuentemente la cantidad del amonio excretado (Shiau y Chou, 1991), así como también la cantidad de harina de pescado utilizada para la elaboración de balanceados (Allan y Smith, 1998).

4.13 Ingredientes utilizados en alimentos balanceados de camarón

4.13.1 Ingredientes proteicos

Dentro de los trabajos de investigación sobre las necesidades nutritivas de los organismos acuáticos, se destacan los referentes a la inclusión de la proteína en el alimento, debido esencialmente a que este componente juega un papel fundamental

en el crecimiento, representa un porcentaje elevado dentro de la formulación y es el ingrediente más costoso (Tacon, 1996).

4.13.2 Ingredientes de origen animal

Las proteínas de origen animal no se expanden o se combinan con otros ingredientes en la mezcla de la misma manera que las proteínas de origen vegetal. La razón principal es por el proceso al cual son sometidas. Como las harinas de pescado son subproductos de procesos térmicos los cuales alteran la estructura cuaternaria de las proteínas y sobre todo su solubilidad. Por ello es importante saber qué tipo de proceso ha recibido ya que de acuerdo a este, depende su digestibilidad final, actualmente hay proceso de secado indirecto con vapor, el cual asegura una mejor digestibilidad de la proteína y con ello el camarón va asimilarlo mejor (González y Defaz, 2007).

4.13.3 Ingredientes de origen vegetal

Las proteínas vegetales contribuyen tanto con proteína como con los aglutinantes naturales que tiene, gluten y almidón, los que al ser acondicionados desdoblan los almidones y ayudan a obtener una buena hidroestabilidad (conservan su forma cilíndrica durante un tiempo en el agua) (González y Defaz, 2007).

4.13.4 Aditivos alimentarios

Un aditivo alimentario es una sustancia pura o mezcla que se adiciona intencionalmente a los alimentos para realizar una o varias funciones específicas (Anónimo 3, 2006). Incluyen a sustancias naturales o sintéticas, nutritivas o no nutritivas, fisiológicamente activas o inertes que, adicionadas al alimento, contribuyen a preservar las características nutricionales (antioxidantes, inhibidores del crecimiento de hongos) la estabilidad en el agua (aglutinantes), suplir los nutrientes esenciales (vitaminas, minerales, colesterol), mejorar la salud (pigmentos, antibióticos) y estimular el crecimiento (atrayentes y mejoradores de la palatabilidad. Resultan particularmente importantes aquellos que influyen en la velocidad de crecimiento o en el logro de las tallas máximas de la especie; a través de un incremento en la

digestión, absorción o la utilización de nutrientes; éstos incluyen aminoácidos péptidos y compuestos nitrogenados de bajo peso molecular (Carrillo *et al.*, 2000) y, en menor grado, nucleótidos, ácidos grasos, compuestos lipídicos (Métallier y Guillaume, 2001)

4.13.5 Atrayentes y estimuladores

El uso de atrayentes en alimentos formulados para cultivo de crustáceos se ha incrementado por la alta capacidad de quimiorrepción de éstos, que hace que se alimenten siguiendo la presencia de los efectores químicos. Esto aumenta el consumo y reduce las pérdidas del alimento, lo que contribuye a disminuir los costos de producción (Montemayor *et al.*, 2004)

Los atrayentes químicos sintéticos o naturales se pueden diferenciar por el efecto atrayente incitante o estimulante que provocan sobre las especies acuáticas. En base a esta diferenciación los atrayentes o estimulantes son clasificados de acuerdo a la conducta que muestran hacia una fuente alimenticia. Los atrayentes, repelentes y aprehensores típicamente funcionan sobre una distancia (olfato) y son detectables a muy bajas concentraciones. Por el contrario, los incitantes, supresores, estimulantes y disuasivos actúan por el contacto directo de la fuente alimenticia con el quimiorreceptor (gusto).

Los estimulantes del comportamiento alimenticio en los organismos acuáticos se logra mediante la preparación de extractos acuosos de especies que normalmente ingieren. Los que han despertado mayor interés son los elaborados a partir de moluscos, principalmente calamar, el cual ha presentado resultados destacados como buen atrayente, favorece un mejor aprovechamiento de los nutrientes del alimento y estimulador del crecimiento en crustáceos (Montemayor *et al.*, 2004)

Por otro lado, es importante definir niveles adecuados de atracción ya que puede ocurrir que un aditivo, por su alta capacidad de atracción, provoque un aumento en el consumo del alimento que no implique aumentos en el crecimiento, pues una vez que se han cubierto las necesidades energéticas y de proteínas, el alimento ingerido no se

destina a crecimiento y pasa a ser desechado por el organismo (Vega *et al.*, 2004).

4.14 Elaboración del alimento

4.14.1 Formulación

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

La elaboración de alimentos para cultivo de camarón debe proporcionar nutrimentos necesarios, ser atractiva organolépticamente, tener estabilidad en el agua, ser económico y disponible. También se deben de contemplar la calidad de las harinas usadas, ya sea de pescado y de otros productos y subproductos marinos para un buen alimento balanceado, ya que, una sola harina de baja calidad, puede influir negativamente en el crecimiento de peneidos (Meller, 1994)

4.14.2 Mecánica para formular raciones balanceadas

Según Guevara, 2003, para formular una ración balanceada se necesita saber lo siguiente:

- Fisiología y hábitos de la especie a cultivar.
- Requerimientos nutricionales.
- Composición química de los diferentes insumos.
- Valor nutritivo y calidad del alimento.
- Aspectos económicos.
- Tipo de procesamiento requerido.
- Estabilidad, palatabilidad y atractabilidad.
- Calidad del agua.
- Rendimiento en cantidad y calidad.

4.14.3 Métodos de formulación de raciones

La formulación de una ración puede ser parcial o completa, según se ajuste a todos los elementos nutricionales, en la formulación parcial se puede ajustar solo proteínas y/o energía o algún otro nutriente. En la formulación completa deben ajustarse todos los elementos nutricionales como proteínas, aminoácidos, lípidos, fibra, carbohidratos, energía, vitaminas, minerales. En cualquiera de los dos casos se deberá conocer la composición química de los diferentes insumos a ser utilizados en la formulación, con el fin de determinar la proporción de cada uno de ellos dentro de la mezcla final (Guevara, 2003).

4.14.4 Proceso de fabricación

4.14.4.1 Molienda

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

Obtención de una mezcla homogénea, de tal manera que en la ración diaria se encuentren presentes todos los componentes y en la proporción adecuada.

El alimento compuesto molido adecuadamente mejora el proceso de peletización, se prolonga la vida de los datos, facilita la penetración del vapor dentro de las partículas (Guevara, 2003).

4.14.4.2 Mezclado

Se refiere a la incorporación y mezcla homogénea de todos los insumos que constituyen la fórmula, con un peso definido en una distribución homogénea. Con este paso se espera que todos los principios nutritivos de la fórmula original estén presentes en la ración a suministrar al animal (Guevara, 2003).

4.14.4.3 Aglomeración o peletización

Consiste en la transformación de la mezcla homogénea en gránulos o pastillas (pelets) mediante un proceso de compresión, calentamiento, adhesión.

El proceso mecánico es realizado en una peletizadora, donde la mezcla acondicionada pasa a través de los agujeros de una matiz anular, el material sale en forma de fideo, donde es cortado por una cuchilla (Guevara, 2003).

4.14.4.4 Enfriado y secado

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

4.15 Control de calidad del alimento

4.15.1 La atractancia y la palatabilidad del alimento

En los camarones marinos, las reacciones ante los químicos del alimento u otras sustancias han sido localizadas en diferentes regiones del cuerpo conteniendo los quimiorreceptores, que pueden ser de dos tipos: “Los Quimiorreceptores a Distancia” localizados en las antenas y anténulas, los cuales no solo permiten al camarón detectar restos de alimento enterrados en el sedimento, sino que sirven también en el apareamiento y detección de peligro cuando están cerca de un depredador. Mientras que “Los Quimiorreceptores de Contacto” que se localizan en los pereiópodos y partes bucales participan activamente en el proceso de alimentación del camarón (Carr & Gurin, 1975).

El camarón marino tiene una visión muy pobre y debido a esto el camarón reconoce su medio ambiente a través del tacto, gusto u olfato. Los quimiorreceptores del tacto normalmente están localizados en las antenas; por otro lado, en las cerdas interiores de las quelas de los pereiópodos, maxilípedos y partes bucales están los quimiorreceptores del gusto. Por último, el sentido del olfato lo dominan los quimiorreceptores de las anténulas y algunas partes de las antenas (Nunes, 2006).

4.15.2 Estabilidad en el agua

Una buena estabilidad del pellet en el agua se define como la retención de la integridad física del pellet con la mínima disgregación y lixiviación en el agua hasta ser consumido por el animal (Cruz E. *et al.*, 2000).

4.15.2.1 Factores que afectan la estabilidad del pellets

4.15.2.1.1 Ingredientes

El alimento refleja la calidad y propiedades funcionales de los ingredientes usados en la formulación. El uso de ingredientes que tiene propiedades aglutinantes es importante para mejorar la calidad física del pellet y su estabilidad en el agua (Cruz E. *et al.*, 2000).

4.15.2.1.2 Procesamiento

Si las partículas no son uniformes se producirán fracturas que permiten la entrada del agua, reduciendo la estabilidad (Akiyama y Chawang, 1999).

4.15.2.1.3 Aglutinantes

Los aglutinantes pueden afectar la digestibilidad, la capacidad de retener y de absorber agua y el valor nutritivo del alimento así como las características texturiales del alimento (Cruz *et al.*, 2001)

4.15.3 Tamaño del alimento

Los alimentos para camarón no deben contener partículas grandes de ingredientes. La gran mayoría de ingredientes empleados para la formulación de alimentos

balanceados para camarón son molidos a un tamaño de malla de por lo menos 500 micras (malla 35). La necesidad de moler los ingredientes a un tamaño de partículas pequeño es porque 1) mejora la capacidad física y aglutinante durante el proceso de elaboración de los pellet y 2) que los camarones pueden segregar las partículas grandes de alimento, porque el alimento pasara de un alimento nutricionalmente balanceado a un desbalanceado. Por otro lado, un tamaño de partículas desigual en el alimento, es también un indicador de una mala molienda (Cruz *et al.*, 1999).

Cuadro № 2. Características del tamaño del pellet y nutrición general en relación al peso 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 pelet	Fino, mediano, particulado	Pelet pequeño	Pelet medio	Pelet grande
Diámetro del pelet	0.5, 1.0, 2.0 mm	3/32 in	3/32 in	3/32 o 1/8 in
% de proteína	35	30 - 35	25 - 30	25 – 20
% de lípidos	87	8	6	5
% de fibra	3	3	3	3
% de cenizas	7	7	7	6
% de humedad	10	10	10	10
Energía bruta (Kcal/Kg)	3,500	3,500	3,200	2,800

(Herrera y Martínez., 2009).

4.15.4 Coeficiente de digestibilidad aparente

La disponibilidad o digestibilidad de nutrientes depende por una parte, de la calidad de la materia prima, el proceso y la forma y el tiempo de almacenamiento, y por otra parte del equipo enzimático del animal y de la eficiencia de su funcionamiento. La información sobre digestibilidad es esencial para evaluar la calidad de un ingrediente.

Aunque el perfil de nutrientes de un ingrediente aparentemente sea bueno, si sus nutrientes no son digeridos, absorbidos y utilizados, serán de poco valor para el animal (Akiyama *et. al.*, 1988).

Cuadro Nº 3. Digestibilidad aparente de materia seca y proteína para *Litopenaeus vannamei*

Ingrediente principal en la dieta	Digestibilidad aparente Aparente de materia seca de proteína	Digestibilidad
Ingredientes Puros		
Caseína	91.4	99.1
Gluten de trigo	85.4	98.0
Proteína de soya	84.1	96.4
Gelatina	85.2	97.3
Almidón de maíz	68.3	81.1
Ingredientes prácticos		
Harina de calamar	68.9	79.7
Harina de pescado	64.3	80.7
Harina de camarón	56.8	74.6
Harina de soya	55.9	89.9
Salvado de arroz	40.0	76.4

(Akiyama *et. al.*, 1989)

4.16 Factores que intervienen en el consumo del alimento

4.16.1 Disponibilidad de alimento natural

Cuando la disponibilidad de alimento natural es abundante, la demanda por alimento balanceado es menor. Esto ocurre cuando la biomasa es pequeña, durante las primeras semanas después de la siembra, y hasta que se alcanza una biomasa crítica equivalente a la capacidad de carga del estanque (entre 150 y 250 Kg/ha aproximadamente, dependiendo de variables que incluyen densidad de siembra, especie, etc.). A partir de este punto (biomasa crítica) el alimento balanceado toma una importancia cada vez mayor, pues tiene que suplir progresivamente los

requerimientos nutricionales de los animales, que ya no puede garantizar el alimento natural del estanque (Clifford, 1998).

4.16.2 Calidad de agua

Los parámetros más importantes suelen ser temperatura y oxígeno disuelto. Los camarones son animales homeotermos porque su temperatura corporal depende de la temperatura del medio ambiente. Como la temperatura del cuerpo afecta las tasas de procesos fisiológicos, el metabolismo y la alimentación dependen de la temperatura ambiente. Usualmente, si la temperatura es mayor de 30° C, o por debajo de 25° C, la respuesta al alimento puede disminuir de 30 a 50 %. Los camarones son afectados más seriamente por cambios súbitos de temperatura que por cambios graduales. Diferentes especies tienen diferentes rangos óptimos de temperatura para alimentarse. Niveles bajos de oxígeno disuelto. El apetito del camarón también puede ser afectado por otras causas, tales como la presencia de altos niveles de desechos metabólicos y contaminantes (Jory, 2001).

4.16.3 Muda

En el ciclo de la muda, los procesos fisiológicos que se llevan a cabo (reemplazo del exoesqueleto viejo por uno nuevo para facilitar el crecimiento) afectan la actividad alimenticia, provocando variabilidad en el consumo del alimento (Vijayan *et al.*, 1997). Los camarones no suelen alimentarse cuando están mudando, y pueden demorarse de 1-3 días en volver a comenzar a comer. Los camarones peneidos alcanzan su mayor actividad alimenticia en estadio de intermuda (Fernández *et al.*, 1997, Vega *et al.*, 1999)

4.16.4 Calidad del alimento balanceado

Como los camarones se alimentan por el olor y no por la vista (Mendoza *et al.*, 1996), es importante el poder de atracción y la palatabilidad del alimento (Tacon *et al.*, 1996). Un alimento con alta capacidad de atracción y estimulación, puede provocar un aumento en el consumo del alimento que no implica aumentos en el crecimiento, pues una vez que se han cubierto las necesidades energéticas y de proteínas, el alimento

ingerido no se destina a crecimiento y pasa a ser desechado por el organismo (Vega, 2004). La deficiencia de algún nutriente en la dieta (vitaminas, aminoácidos, ácidos grasos etc.) puede repercutir negativamente en la salud del animal, siendo uno de los primeros síntomas la pérdida de apetito (Cuenca y Gallego, 1987). Un alimento con exceso de energía hace que el animal pueda sentirse satisfecho y deje de consumir alimento (Devresse, 1999)

4.16.5 Interacción

Se ha comprobado que los animales mayores toman una posición jerárquica que excluye o ahuyenta del área de alimentación a los más pequeños, lo que implica diferencias en la ingesta. Este comportamiento depende de la densidad a la que se encuentran, a densidades bajas y estanques fertilizados, hay menos competencia por el alimento y por tanto esta situación disminuye. Esto permite que consuman alimento de forma más equilibrada y crezcan con tallas más semejantes (Cuenca y Gallego, 1987; Clifford, 2003).

4.16.6 Hábitos alimentarios

Las especies de camarones peneidos varían en sus hábitos alimentarios en cuanto a los horarios de mayor consumo del alimento, aspecto que se debe considerar a la hora de elaborar una estrategia de alimentación efectiva (González, 1998).

4.16.7 Ritmo circadiano

Ciertos fenómenos biológicos que ocurren rítmicamente alrededor de la misma hora son conocidos como ritmo circadiano, estos aparecen tanto en los organismos primitivos como en los más avanzados (De Coursey, 1983). En los crustáceos se han encontrado ritmicidades diarias en muchos aspectos, desde bioquímicos relacionados con la concentración de proteínas, aminoácidos libres, ácidos grasos, pigmentos y secreción de enzimas digestivas hasta rutinarios como la actividad alimenticia (Molina *et al.*, 2000). Los diversos estudios realizados sobre los ritmos biológicos en diferentes especies de animales indican que pueden ser modulados por

fenómenos físicos, cíclicos anuales, lunares, diarios, de mareas, etc. (De Coursey, 1983).

Diversos estudios han demostrado que los mecanismos moleculares controlados por el reloj biológico responden a la luz y a la temperatura. Adicionalmente se ha demostrado que la actividad enzimática se incrementa de una a cuatro horas después de haber sido suministrado el alimento (Ceccaldi, 1997).

4.16.8 Enfermedades

Los patógenos se encuentran en el medio ambiente acuático generalmente en forma natural, muchos de ellos son oportunistas, es decir que mientras los camarones se encuentren en buenas condiciones, los patógenos no atacan, de tal manera que su presencia no necesariamente significa que los organismos se encuentren enfermos. Sin embargo, factores como los genéticos, contaminación del medio ambiente, intensificación de los métodos de producción, estresan a los camarones reduciendo su alimentación y perturbando el funcionamiento normal del organismo, haciéndolos altamente sensibles a las enfermedades y reduciendo las oportunidades de supervivencia (Covarrubias, M. 2007).

4.17 Manejo del alimento

Para efectos de inocuidad los alimentos deben cumplir con lineamientos establecidos de tal manera que no constituyan un peligro para la salud humana, los camarones y el medio ambiente.

- a) Los pellets deben estar fabricados de tal manera que sean estables en el agua, es decir, que conserven su estructura durante un tiempo mínimo para que el camarón pueda consumirlos.
- b) Los ingredientes no deben tener plaguicidas, contaminantes químicos, toxinas, microbianas u otras sustancias adulterantes. En particular deben estar libres de aflatoxinas, que son altamente tóxicas para el camarón.

- c) Deben estar perfectamente empacados y etiquetados indicando los ingredientes que contiene y sus características.
- d) Se deben almacenar apropiadamente para evitar su deterioro y la contaminación con hongos productores de aflatoxinas y otros compuestos tóxicos indeseables.
- e) Características del almacén:
 - Almacén independiente de tamaño adecuado para la demanda de la granja, con suficiente aireación, protección de la luz y la humedad.
 - Personal pendiente de las entradas y salidas de los lotes, de manera que siempre se sepa cuál es el alimento más antiguo y evitar almacenar lotes demasiado tiempo.
 - Limpiar diariamente la bodega para eliminar basura, acumulación de alimento y la entrada de plagas como roedores, cucarachas, palomillas, etc.
 - No almacenar en el mismo lugar plaguicidas, herbicidas, combustible, cal, fertilizantes, etc. (Bravo, A. 2011).

4.18 Tabla de alimentación

El éxito en el cultivo de las diferentes especies de camarón depende en gran parte de una adecuada nutrición y un buen manejo del alimento. La alimentación en piscinas camaroneras está basada en gran medida en la elaboración de tablas para calcular las raciones diarias (tablas de alimentación), a partir de un porcentaje de la biomasa y el peso promedio de los camarones presentes en el estanque (Molina, C., *et, al.*, 2000)

4.19 Métodos de alimentación.

4.19.1 Alimentación por charola

Para llevar una buena administración del alimento suministrado a los camarones de cultivo, se utilizan una charola testigo de alimentación/ ha, las cuales se colocan de manera estratégica en muelles en las orillas del estanque, en base al consumo de

alimento registrado en estas charolas se realizan ajustes para cada ración alimenticia, es conveniente tener varios charoleros y alternarlos cada 3 o 4 días en las lecturas para corroborar que en los consumos exista una secuencia en aumento o decremento dependiendo del estadio de muda, y no caer en lecturas erróneas de charolas. Con el manejo de charolas se proporciona a los camarones las cantidades necesarias de alimento para su óptimo crecimiento, y por otro lado, se mantienen los fondos de los estanques más limpios al no quedar grandes remanentes de alimento sin consumir. Otra ventaja de las charolas de alimentación es poder observar las condiciones físicas de los camarones cuando se suben a comer el alimento, así como detectar depredadores dentro de las mismas (Herrera y Martínez., 2009).

4.19.2 Alimentación al voleo

Las dosis proporcionadas al voleo, se rigen por el ajuste de la ración de acuerdo con el peso promedio y biomasa presente en el estanque siguiendo la tabla de la alimentación, la cual es aplicada en función de la sobrevivencia derivada de los muestreos semanales. Alimentando de esta manera asumimos que la cantidad de alimento que le ofrecemos al animal es la idónea para obtener la mejor respuesta al crecimiento, con una ración mínima necesaria. Sin embargo esta estrategia tiene el inconveniente de que no se toma en cuenta, el alimento natural presente, ni la cantidad real de alimento suplementario en un momento dado. Otra forma de complementar el uso de tablas de alimentación es alimentando de acuerdo a la abundancia del alimento natural presentes en las piscinas. Para hacer esto es necesario evaluar semanalmente la biomasa de los microorganismos (Fito y zooplancton) consumidos por el camarón, debiendo ser completada con la ración de alimento artificial. Esta estrategia combinada ha demostrado ser más eficiente en la utilización del balanceado y dar un mejor crecimiento (Herrera y Martínez., 2009).

4.19.3 Alimentación en comederos

Un método considerado más eficaz, emplea bandejas de alimentación o comederos, lo que permite monitorear cada cierto tiempo el consumo del alimento y ajustar su cantidad diaria (tasa de alimentación) en forma tan precisa que hay seguridad de que

los libras de alimento distribuido en el estanque, día tras día, están siendo consumidos por los camarones, bajo cualquier circunstancia y durante todo el ciclo de cultivo, proporcionando además un mejor control sobre la población de camarones cultivados (estado biológico, detección temprana de enfermedades, biomasa) (Herrera y Martínez., 2009).

4.20 Muestreos poblacionales de los camarones

4.20.1 Crecimiento acumulado

El crecimiento y desarrollo de los organismos son procesos fisiológicos de enorme trascendencia práctica, ya que todo tipo de producción animal depende de ellos y su eficiencia determina gran parte del proceso productivo.

Tanto crecimiento como desarrollo son resultantes de una serie de cambios anatómicos y fisiológicos complejos que ocurren en el organismo animal, y a través de los cuales se opera la transformación de una única célula en un animal adulto típico de la especie (Martínez, 2012).

La precisión de la medida del peso promedio puede ser afectada por el tamaño de la muestra, es decir, si se toma una muestra pequeña de aproximadamente 30 camarones, indudablemente que la precisión va a ser pobre. Esta precisión puede ser mejorada si se miden los pesos individuales y se obtiene el peso promedio, desviación estándar en muestras de 100 a 200 camarones. Aunque este procedimiento es laborioso, tiene mucha validez para descartar problemas en la población de camarones dentro del estanque (Anónimo 7, 1998).

Según Martínez, 2012. Para un tiempo de 46 días el camarón debe tener un crecimiento de 7 g.

4.20.2 Ritmo de crecimiento

El ritmo de crecimiento es el crecimiento por semana que tiene el camarón.

Se mide por la ganancia en peso que se obtiene al final del experimento, es decir por diferencia entre el peso final y el peso inicial.

$RC = Pf - Pi$ Donde, Pf = peso final y Pi = peso inicial (Anónimo 8, 2010).

Martínez, 2012, afirma que para un tiempo de 46 días el camarón debe tener un ritmo de crecimiento de 0.42 a 1 g.

4.20.3 Tasa de crecimiento (T.C)

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

La precisión de la medida del peso promedio puede ser afectada por el tamaño de la muestra, es decir, si se toma una muestra pequeña de aproximadamente 30 camarones, indudablemente que la precisión va a ser pobre. Esta precisión puede ser mejorada si se miden los pesos individuales y se obtiene el peso promedio, desviación estándar en muestras de 100 a 200 camarones. Aunque este procedimiento es laborioso, tiene mucha validez para descartar problemas en la población de camarones dentro del estanque.

La tasa de crecimiento de los camarones es influenciada por factores ambientales, genéticos, biológicos y nutricionales. La temperatura del agua, es el principal factor que afecta las tasas de crecimiento estacional; y por lo tanto, afectara las ganancias semanales en peso durante los meses calurosos y fríos del año (Anónimo, 7, 1998).

La TC se calcula con el logaritmo natural del peso final y del peso inicial, dividido por el tiempo total en que se realiza el bioensayo multiplicado finalmente por cien.

$TC = (\ln (\text{Peso Final (g)}) - \ln (\text{Peso Inicial (g)})) \times 100 / n^\circ \text{ días}$ (Anónimo 8, 2010).

Para un tiempo de 46 días el camarón debe tener una tasa de crecimiento de 2 a -12 (Martínez, 2012).

4.20.4 Factor de Conversión Alimenticia (F.C.A)

La comparación de la cantidad de alimento abastecido y el crecimiento del camarón permite que sea calculado la tasa o factor de conversión alimenticia (F.C.A). El F.C.A es una medida del peso del camarón producido por kg de alimento abastecido. El F.C.A. varía dependiendo de la densidad de siembra, calidad del alimento y tamaño del camarón cosechado. También el factor o T.C.A. puede ser influenciado por otras razones tales como:

a) Mortalidad repentina del camarón durante la fase de cultivo, sin poder recuperar biomasa posteriormente; b) Subalimentación del camarón, quizás debido a densidades mayores de lo programado y/o competencia de alimento por otros organismos (caracoles, peces, jaibas); que generalmente se presenta cuando se alimenta una sola vez al día con escaso número de comederos viéndose reflejado en el crecimiento lento del camarón; c) Aporte de alimento suplementario junto con el balanceado y/o gran producción de alimento primario en el estanque; d) Robo del camarón o pérdida del alimento antes de suministrarlo al estanque (Anónimo 4, 1997).

El factor de conversión económico se evaluó dividiendo el alimento total en la biomasa total al término del experimento.

$FCA = \text{Alimento Utilizado (gr)} / \text{Biomasa Total}$ (Anónimo 8, 2010)

Según anónimo 4, 1997, el factor de conversión debe ser de 1 a 1.5 para los cultivos con sistemas semiintensivos.

4.20.5 Sobrevivencia

Es la cantidad total de organismos vivos, ya sea en el transcurso o al final de una producción.

Este factor se determina teniendo en cuenta el número inicial de los individuos y el número que existía al término del experimento.

$$\% \text{ Sobrevivencia} = N_t/N_i \cdot 100$$

Donde

% Sobrevivencia = sobrevivencia de los juveniles

N_t = número total de organismos

N_i = número inicial de organismos (Anónimo 8, 2010).

Según herrera 2009. La sobrevivencia final esperada es del 80 % de camarones.

4.20.6 Rendimiento productivo

Es la biomasa total dentro de un estanque (Martínez-córdoba, 2008).

Según Martínez, 2012, en un estudio realizado demuestra que a una densidad de siembra de 20 cam/m², teniendo el 80% de sobrevivencia y a 7 gramos de peso cosecha, el rendimiento productivo esperado es de 2466 lbs/ha

V.- MATERIALES Y METODOS

5.1 Localización

Este estudio se realizó en el Laboratorio de Investigaciones Marinas y Acuícolas (LIMA), ubicada en la comunidad de La Peñitas- Poneloya, a 20 km de la Ciudad de León-Nicaragua, con coordenadas del cuadrante 16p, 496454.65 m E. 1367310.61 m N. En el periodo comprendido de cuarenta y seis días.

5.2 Dispositivo experimental

La toma de agua del Laboratorio de Investigaciones Marinas y Acuícolas (LIMA) estaba ubicado sobre la playa de la comunidad Las Peñitas, el agua se tomó a 1 metro de profundidad bajo la arena, por medio de un filtro de ranura y una válvula de cheque hecho en un tubo de PVC de 3 pulgadas. Luego el agua se succionó por medio de una tubería de 110 metros de largo, por medio de una bomba centrífuga marca Baldor-Reliance y de 5HP. El agua se bombeó a un reservorio.

El reservorio es de forma rectangular, estaba dividido en dos secciones y con capacidad de 50 m³ cada uno.

Dentro del reservorio se encontraba una bomba sumergible de 2 pulgadas y 3 HP, marca Mody Sump Pump, la cual se encargó de impulsar el agua a través de una tubería de 2 pulgadas de diámetro hacia los dispositivos experimentales.

El dispositivo experimental comprendió:

Un reservorio de fibra de vidrio de 200 litros de capacidad, consistió en un tanque cilíndrico con fondo cónico donde se almacenó el agua que sirvió para el recambio.

Los recipientes experimentales fueron recipientes de 50 litros cada uno. Cada recipiente tuvo una manguerilla de 3/16 pulgada de diámetro para introducir el agua del recambio. Además constó con una piedra difusora, conectada a una red de aireación que dependió de un blower o soplador de marca baldor industrial motor.

5.3 Diseño experimental

Los recipientes experimentales fueron seis en total: tres para el tratamiento donde los camarones se alimentaron con la dieta experimental y tres donde estuvieron los camarones alimentados con el alimento comercial. Cada tratamiento constó con tres repeticiones. En cada recipiente se sembró a una densidad de siembra de 20 camarones/m²

El recambio de agua con flujo continuo.

5.4 Elaboración de dieta experimental

La elaboración del alimento se llevó a cabo en las instalaciones del laboratorio de Investigaciones Marinas y Acuícolas (LIMA) de la UNAN-león.

Para esta etapa de crecimiento (juvenil), se formuló una dieta con 35% de proteínas.

La elaboración de la dieta constó de tres pasos:

5.4.1 Formulación del alimento experimental

Para la formulación de la dieta de los camarones *Litopenaeus vannamei* de este experimento correspondiente a un porcentaje de proteína del 35%. Las materias primas utilizadas fueron las siguientes:

Harina de pescado (el pescado usado para la elaboración de esta harina procedió de la comunidad de Las Peñitas- Poneloya por los pescadores de dicho lugar), harina de soya, de sorgo, de maíz, almidón, aceite de pescado y semolina (obtenidos en un establecimiento comercial en la ciudad de León).

Harina de pescado

Para la elaboración de la harina de pescado, se picó el pescado por medio de una máquina de mano marca REGINA, luego se hirvió durante 2 minutos y seguidamente, se estrujó para que soltara el agua y el aceite. El producto se secó luego en un horno eléctrico. Finalmente se volvió a moler el producto seco.

Harina de soya

Para la elaboración de la harina de soya se tostó el grano de soya a fuego lento, terminado este proceso se procedió a moler en un molino de mano marca Regina hasta obtener una harina fina.

Harina de sorgo y la harina de maíz

Para la elaboración de las harinas se molieron por medio de una máquina de mano marca Regina.

Almidón, aceite de pescado y semolina

Para la preparación de la dieta experimental con el 35% proteína, los porcentajes de los ingredientes utilizados fueron los siguientes:

Tabla № 4 Materias primas para la elaboración del alimento experimental

Materia prima
Harina de pescado
Harina de soya
Harina de sorgo
Harina de maíz
Almidón
Aceite de pescado
Vitamina B12
Semolina

5.4.2 Operaciones de elaboración de dieta experimental

5.4.2.1 Pesado:

Se pesaron los ingredientes de acuerdo a la cantidad que se necesitó de cada uno de ellos calculadas en la formulación del alimento. Para el pesado se utilizó una balanza gramera marca Ohaus.

5.4.2.2 Mezclado

El mezclado se hizo a mano usando guantes, en el que primero se mezclaron los ingredientes secos de mayor porcentaje: harina de pescado, semolina, harina de maíz, harina de soya, harina de sorgo por 10 minutos, luego se incorporó a la mezcla la vitamina B12 y el aceite de pescado y se continuó la operación de mezclado por 10 minutos más, terminado esto, se preparó el aglutinante, el cual consistió en, disolver el almidón en agua y se le aplicó calentamiento hasta obtener una sustancia gelatinosa y traslucida, la que posteriormente fue incorporada a la mezcla hecha anteriormente (de las harinas), procediendo a mezclar por 5 minutos hasta obtener una pasta.

5.4.2.3 Peletizado

Para la elaboración del pellet, se utilizaron jeringas de 60 cc, modificadas con grosor de 2.5mm donde se adicionó la pasta para la formación de los pellets.

5.4.2.4 Secado

Para el secado del alimento se colocó en una bandeja limpia sobre una mesa exponiéndose al sol durante 9 horas, para un buen secado.

5.5 Alimento comercial

La segunda dieta (comercial), fue obtenida del alimento para camarones BIOCAMARONINA de 35% de proteína.

5.6 Obtención de organismo

Los juveniles requeridos para este experimento fueron obtenidos desde la etapa de postlarvas provenientes del laboratorio "FARALLON Acuaculture". Estas postlarvas fueron cultivadas hasta alcanzar el nivel de Juveniles durante 30 días, ya en esta etapa se procedió con el inicio del experimento.

5.7 Tabla alimento

Teniendo los dos tipos de alimentos (experimental y comercial), se elaboró una tabla de alimentación para calcular las raciones diarias (Tablas de alimentación), a partir de un porcentaje de la biomasa y del peso promedio de los camarones presente en el estanque.

Esta tabla se elaboró tomando en cuenta las variables peso, número de organismos sembrados en cada tina y el porcentaje del peso corporal del camarón, esta tabla se hizo con el fin de conocer la cantidad de alimento que se aplicó en cada una de las repeticiones, los pesos esperados, la biomasa y sobrevivencia esperada de los organismos estudiados.

Se aplicaron dos raciones al día, una a las 8 am y la segunda a las 4 pm.

5.8 Toma de Factores Físico químicos

5.8.1 Salinidad

Para la toma de los valores de salinidad se utilizó un salinómetro marca BIOMARINE. INC, acuafauna, model: ABMTC. Este fue calibrado con agua dulce, luego se reguló con un tornillo de presión que se encuentra en la parte superior, posteriormente se observó a través del lente que el porcentaje de salinidad sea cero. Al momento de tomar los datos, se colocó una gota de agua en el cual se proyectó en dirección al sol, en la pantalla se observó dos tipos de colores, el color azul indicaba el nivel de salinidad del agua. Este factor fue tomado diariamente, 2 veces por día, una en la mañana (6 am) y una en la tarde (6 pm).

5.8.2 Temperatura

Se utilizó el equipo conocido como oxigenómetro marca Ysi-200A, que contaba con un electrodo con sensor térmico y de oxígeno, miden tanto el oxígeno como la temperatura. Para la toma de esta información se procedió de la siguiente manera:

Se introdujo el electrodo bajo la superficie de agua con una profundidad de 15 cm, esto se realizó dos veces al día por la mañana a las 6:00 am y por la tarde a las 6:00 pm en cada tina, posteriormente se anotaron los datos en el formato anexo.

5.8.3 pH

Se utilizó un pHmetro marca pHep. By HANNA se calibró con solución buffer. Para medir la concentración de iones hidrógenos en cada tina se introdujo entre 5 a 10 centímetros por debajo de la superficie del agua. Este factor se tomó 2 veces por día, una en la mañana (6 am) y una en la tarde (6 pm).

5.9 Parámetros poblacionales

5.1 Crecimiento acumulado

Para la determinación del crecimiento en peso promedio, se capturaron los 6 camarones de cada pila con ayuda de un chayo de 15 cms de diámetro. Estos camarones se pesaron cada cinco días en una balanza gramera, de marca Ohaus de 400 gr, de capacidad. Esta balanza se ajustó (taró) a “cero” cada vez que se pesó, las condiciones ambientales donde se colocó la balanza fueron estables, evitando corrientes de aires fuertes, esto permitió obtener datos correctos.

Para evitar el maltrato de los animales, el pesaje se llevó de la siguiente manera: Cada animal se colocó en un trapo húmedo y se colocó en la balanza, se anotó el peso y se regresó el animal al agua, luego se pesó el trapo nuevamente y se registró el valor del peso. Por diferencia de los dos valores se obtuvo el peso del animal.

Luego se regresaron los organismos a sus respectivas tinas. Una vez pesados los organismos se sumaron los pesos de cada uno y se sacó el peso promedio de cada semana de cada repetición y tratamiento. Los datos obtenidos de las muestras fueron insertados en una tabla de datos de “Microsoft Excel”, en el cual se tomó en cuenta las variables de peso y tiempo, de modo tal que mostrase el crecimiento total acumulado que tuvo el organismo en todo su desarrollo experimental, desde inicio hasta el final del experimento.

El crecimiento acumulado se calculó con la siguiente fórmula:

$$P\bar{x} = \text{SUMA } (X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, \dots, X_n) / X_t$$

Donde

$P\bar{x}$: Peso promedio

X_t : número total de organismos pesados

X_1 ; X_n : peso de organismos individuales.

5.9.2 Ritmo de crecimiento

Para calcular los ritmos de crecimiento se tomaron los datos de peso del camarón de la semana actual y se le restaron los pesos de la semana anterior. Los datos obtenidos de las muestras fueron insertados en una tabla de datos de "Microsoft Excel", en el cual se tomó en cuenta las variables de peso y tiempo, de modo tal que mostrase el crecimiento por semana de los camarones en experimento.

El ritmo de crecimiento se calculó con la siguiente fórmula:

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

RC: Ritmo de Crecimiento

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

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

5.9.3 Tasa de Crecimiento

La velocidad con que crecen los camarones en diferentes momentos. Los datos obtenidos fueron insertados en una tabla de datos de "Microsoft Excel", en el cual se tomó en cuenta las variables de velocidad y tiempo, de modo tal que mostrase la velocidad con la que creció el camarón por semana.

La tasa de crecimiento se calculó con la siguiente fórmula:

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

5.9.4 Supervivencia

Se elaboró un formato para registrar los datos del muestreo de población, este muestreo poblacional se realizó una vez por semana.

El porcentaje de sobrevivencia se obtuvo con el número de juveniles vivos de cada repetición. Este dato se obtuvo por medio del conteo de los organismos y se dividió por el número inicial de juveniles sembrados en cada pila.

La sobrevivencia se calculó con la siguiente ecuación:

$$S: N_t / N_i * 100$$

Dónde:

S: Sobrevivencia

N_t: Número total de organismos

N_i: Número inicial de organismos

5.9.5 Factor de Conversión de Alimento (FCA)

Este factor se calculó tomando en cuenta el total de alimento aplicado en los 45 días que dura el experimento y se dividió entre el total de la biomasa obtenida en cada pila.

Factor de conversión de alimento (FCA) se calculó con la siguiente ecuación:

$$FCA = A_{ta} / B_t$$

FCA: Factor de Conversión de Alimento

A_{ta}: Alimento total aplicado

B_t: Biomasa total

5.9.6 Rendimiento Productivo

Para calcular el rendimiento productivo se tomaron en cuenta la biomasa obtenida al final del experimento. De modo tal que mostrase las libras producidas expresadas en función de una hectárea. Los datos fueron insertados en una tabla de datos de "Microsoft Excel",

VI.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Factores fisicoquímicos

6.1.1 Salinidad

La salinidad varió entre 28 a 35 S ‰ para el tratamiento con dieta experimental, al igual que para el tratamiento con dieta comercial.

Para ambos tratamientos en los días 15, 30 y 45 se observó una salinidad de 27.1, debido que se hacían recambio de agua total cada 15 días para la limpieza de los dispositivos (recipientes). Para el día 17, 33 al día 40 se observó una salinidad de 35 causado por el aumento de temperatura (días soleados), ya que originaba evaporación del agua, aumentando la concentración de salinidad.

Según Herrera y Martínez, 2009, los intervalos óptimos de salinidad son de 15 a 25 S ‰. Concluyendo así que la salinidad afectó el crecimiento de los camarones.

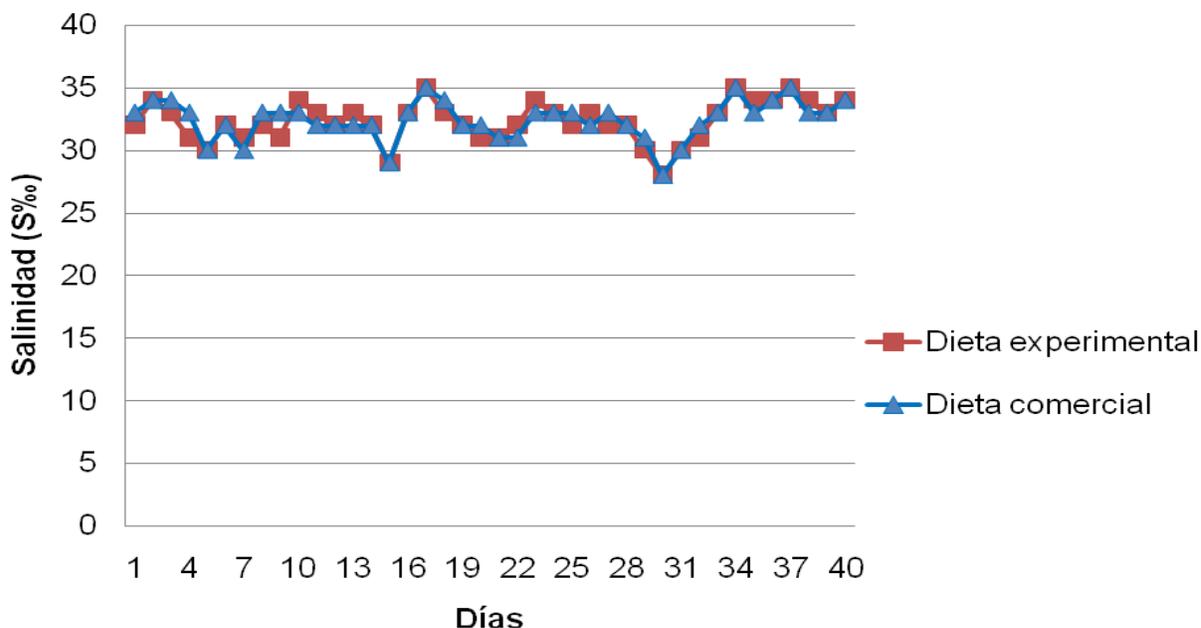


Gráfico Nº 1. Comportamiento de la salinidad del agua en cada uno de los tratamientos: con dieta experimental y dieta comercial

6.1.2 Temperatura

La temperatura varió entre 27.8 y 29.1°C para ambos tratamientos (con dieta experimental y dieta comercial).

La temperatura inicial, para el tratamiento experimental (27.9°C) y para el comercial (27.8°C), puesto que eran días frescos (nublados) y el agua utilizada era fresca. Para los días 17, 30 y 45 se observó una temperatura entre 28.1 y 28.3°C debido a los recambios totales de agua que se realizaban para limpieza de los recipientes del dispositivo, puesto que era agua totalmente fresca. Para los días 20, 21 y 40, se observó una temperatura entre 29 y 29.1°C.

Según Martínez, 2012, los intervalos óptimos son de 28 a 33 °C. Teniendo en cuenta que a medida que baja la temperatura baja el crecimiento de los camarones.

Dicho lo anterior, podemos concluir que la temperatura no afectó el crecimiento de los camarones.

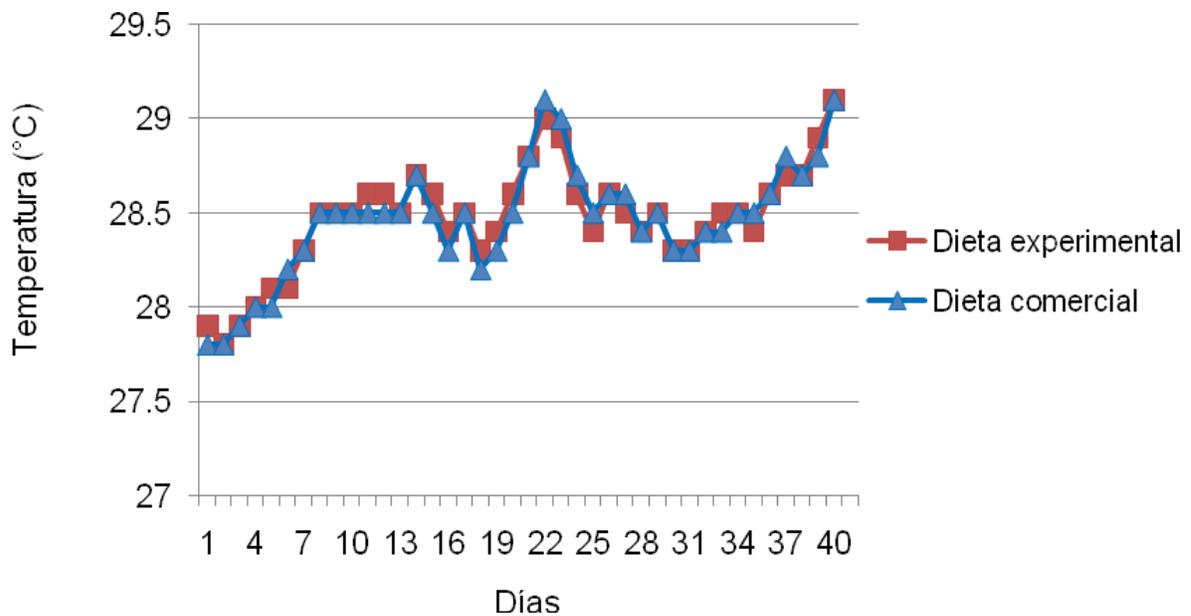


Gráfico Nº 2. Comportamiento de la temperatura del agua en cada uno de los tratamientos: con dieta experimental y dieta comercial.

6.1.3 pH

El pH varió entre 6.8 y 7.2 para ambos tratamientos (con dieta experimental y dieta comercial).

Para ambos tratamientos en el día 1, 15, 18, 27 se observó un pH de 6.8. Para los días 5, 20, 23 29, 33, 39, se observó un pH de 7.2.

Según lo descrito por Boyd (2000), los intervalos óptimos son de 6 a 9.

Esto indica que para el crecimiento de los camarones se necesita al menos que el pH sea de 6 a 9 y el reportado en el experimento fue de 6.8 a 7.2.

Concluyendo así que el pH, no afectó el crecimiento de los camarones.

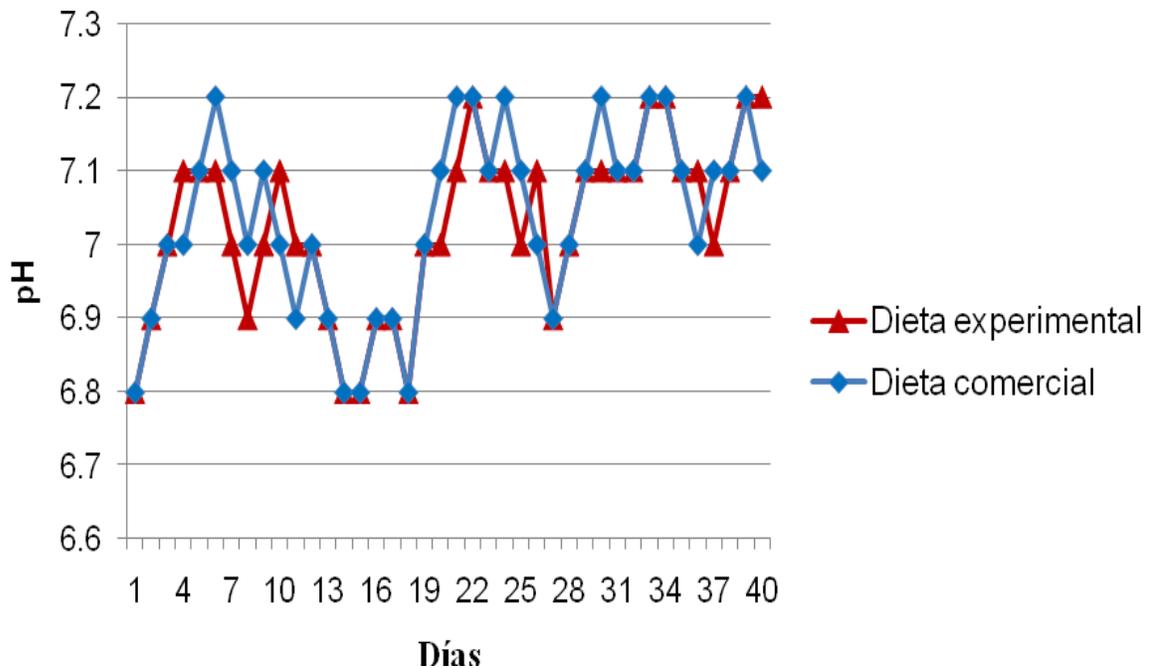


Gráfico № 3. Comportamiento del pH del agua en cada uno de los tratamientos: con dieta experimental y dieta comercial.

6.2 Parámetros poblacionales

6.2.1 Crecimiento acumulado

El peso inicial de los camarones fue de 0.3 gr, el crecimiento acumulado para el tratamiento con dieta experimental fue de 2.3 gr y para el tratamiento con dieta comercial 2.1 gr. De el muestreo 3 al muestreo 6 la diferencia en el crecimiento de los camarones alimentados con dieta experimental con respecto al tratamiento con la dieta comercial fue siempre mayor que el comercial. Este experimento fue afectado por enfermedad a partir del tercer muestreo, se aplicó antibióticos biológicos y retomó su crecimiento a partir del muestreo 6.

Martínez 2012, expresa que camarones de esa edad deberían tener al menos un peso acumulado de 7 gr.

Podemos concluir que las enfermedades afectaron el crecimiento de los camarones, sin embargo pudo notarse que los animales alimentados con dieta experimental crecieron mejor que los alimentados con dieta comercial.

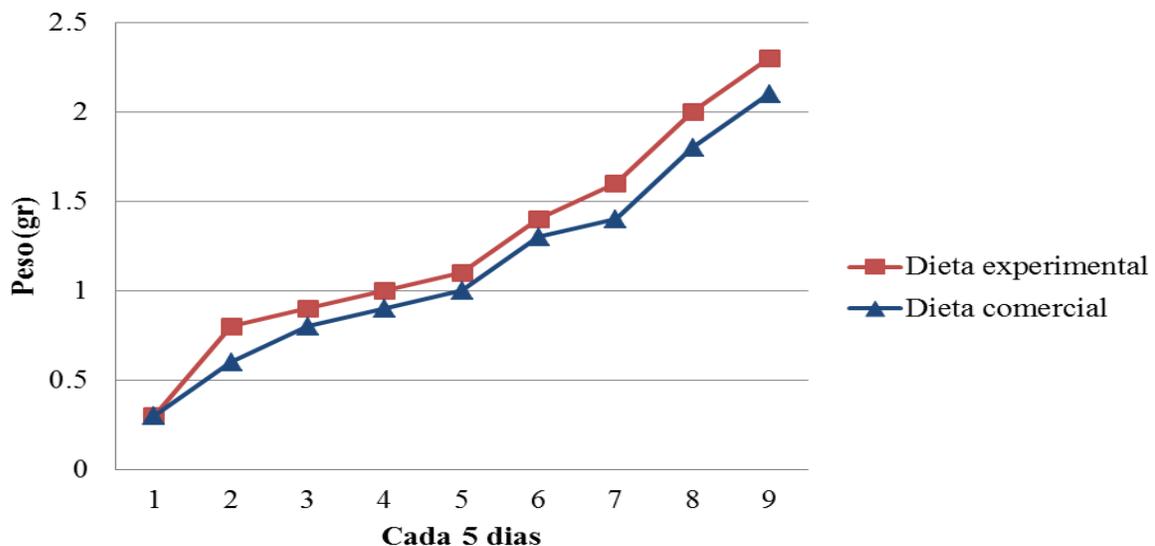


Gráfico № 4. Crecimiento del camarón blanco *Litopenaeus vannamei* en la etapa de juvenil con cada uno de los tratamientos: con dieta experimental y dieta comercial.

6.2.2 Ritmo de crecimiento

El ritmo de crecimiento promedio de los camarones fue de 0.5 gr para el tratamiento con dieta experimental y 0.4 gr para el tratamiento con dieta comercial.

Para ambos tratamientos, del muestreo 3 al muestreo 5 hubo un descenso de 0.5 gr a 0.1 gr en su ritmo de crecimiento, puesto que en el muestreo 3 el camarón estaba en su etapa de muda, enfermándose afectando el crecimiento a los organismos, para el muestreo 5 se le aplicó un bactericida organico, demostrando los resultados en el siguiente muestreo (muestreo 6), en la cual aumentó el ritmo de crecimiento Para la muestreo 7 el camarón volvió a la etapa de muda, influyendo en su ritmo de crecimiento.

Los ritmos de crecimiento esperado era de 0.42 gr a 1.0 gr, según Martínez, 2012. estos datos de referencia observamos que el ritmo de crecimiento de este experimento fue muy diferente al esperado. Por lo que podemos concluir que a pesar que la temperatura y enfermedades afectaron el ritmo de crecimiento de los camarones, los camarones alimentados con dieta experimental tuvieron mejor ritmo de crecimiento.

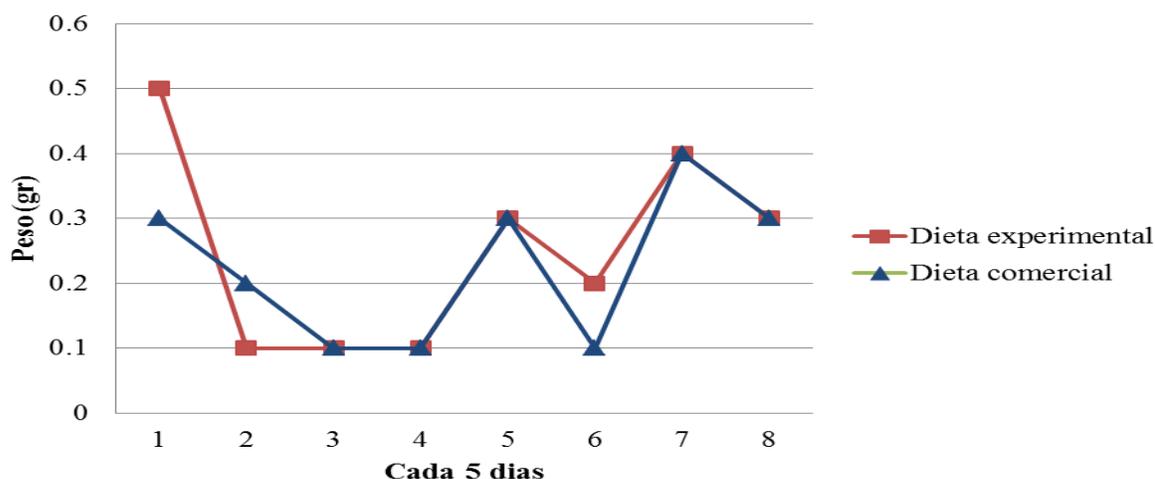


Gráfico № 5. Comportamiento del crecimiento del camarón blanco *Litopenaeus vannamei* en la etapa de juvenil creciendo con cada uno de los tratamientos: con dietas experimental y dieta comercial.

6.2.3 Tasa de crecimiento

La tasa de crecimiento fue de -5.9 para el tratamiento con dieta experimental y de -5 para el tratamiento con dieta comercial.

Para ambos tratamientos en términos generales se demuestra que el camarón crece más rápido a edades menores que a edades mayores. Según (Martínez, 2012) se esperaba que la tasa de crecimiento fuera de 2 a -12.

Los resultados de éste experimento fueron de -6. En términos específicos los dos tratamientos tuvieron crecimiento, con la diferencia que la la tasa de crecimiento del tratamiento con dieta experimental fue negativa que con el tratamiento con dieta comercial, ya que entre más negativo de el valor, la velocidad de crecimiento es mejor.

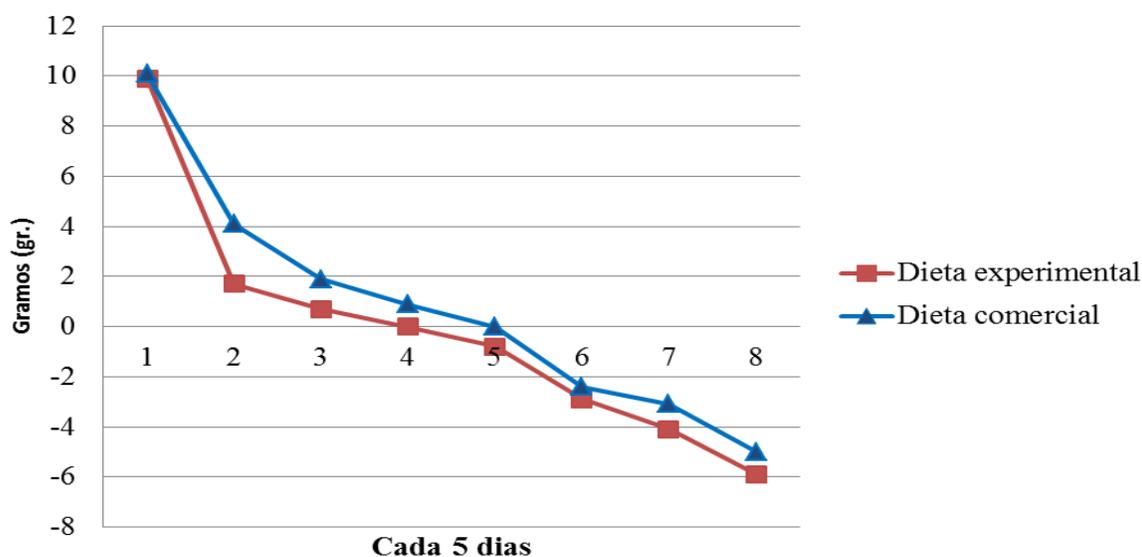


Gráfico Nº 6. Tasa de crecimiento del camarón blanco *Litopenaeus vannamei* en la etapa de juvenil que han crecido con cada uno de los tratamientos: con dietas experimental y dieta comercial.

6.2.4 FCA

El factor de conversión alimenticia varió entre 4.8 a 3.1 para el tratamiento con dieta experimental y de 4.9 a 3 para el tratamiento con dieta comercial.

El alto nivel de conversión alimenticia, se debió a que el camarón era bastante pequeño, se pretendía que el camarón comiese a saciedad (*ad libitum*), para asegurar el consumo de dichos alimentos.

Según anónimo 4, 1997, el factor de conversión debe ser de 1 a 1.5. y contrastándolo con el resultado de este experimento se duplico el gasto de alimento, indicando así, que el FCA obtenido no es bueno.

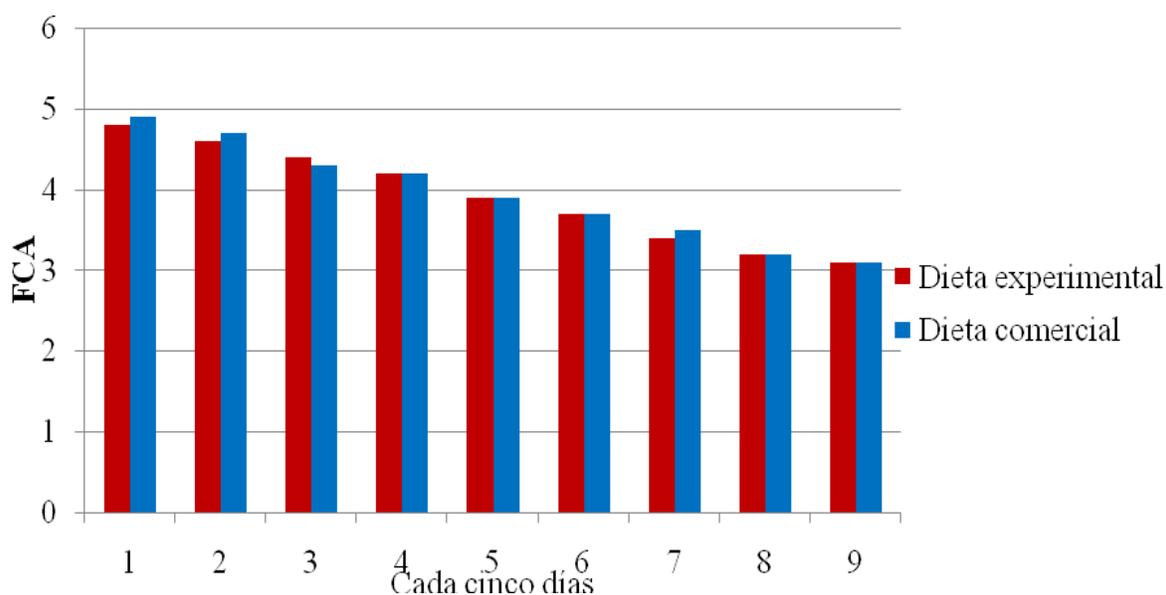


Gráfico № 7. Factor de conversión alimenticia del camarón *Litopenaeus vannamei* en la etapa juvenil que han crecido con cada uno de los tratamientos: con dieta experimental y dieta comercial.

6.2.5 Supervivencia

Según los resultados obtenidos no se reportó mortalidad, se conservó el 100% de supervivencia para ambos tratamientos.

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

Comparando esta referencia con los resultados del experimento resulta que fue excelente la supervivencia esperada descrita por Herrera (2009).

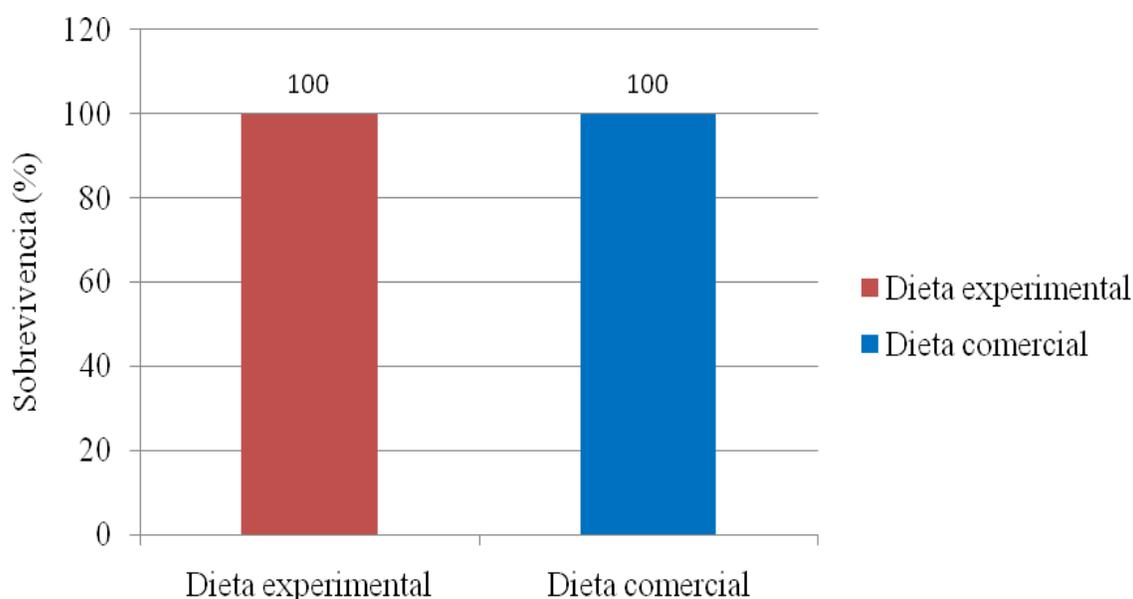


Gráfico Nº 8. Supervivencia del camarón blanco *Litopenaeus vannamei* en la etapa de juvenil que han crecido con cada uno de los tratamientos: con dieta experimental y dieta comercial.

6.2.6 Rendimiento Productivo

El Rendimiento Productivo fue de 1013 lbs/ha para el tratamiento con dieta experimental y de 925 lbs/ha para el tratamiento con dieta comercial.

Según Martínez, 2012, el rendimiento productivo esperado bajo las premisas de 80% de sobrevivencia, 7 gr de peso cosecha, 20 ind/m² es de 2466 lbs/ha.

Por lo que podemos concluir que a pesar que la temperatura y enfermedades afectaron el rendimiento productivo esperado, se demuestra que el rendimiento productivo fue mayor con la dieta experimental que con la dieta comercial, teniendo al final una diferencia de 88 lbs/ha para el tratamiento con dieta experimental con respecto al tratamiento con dieta comercial.

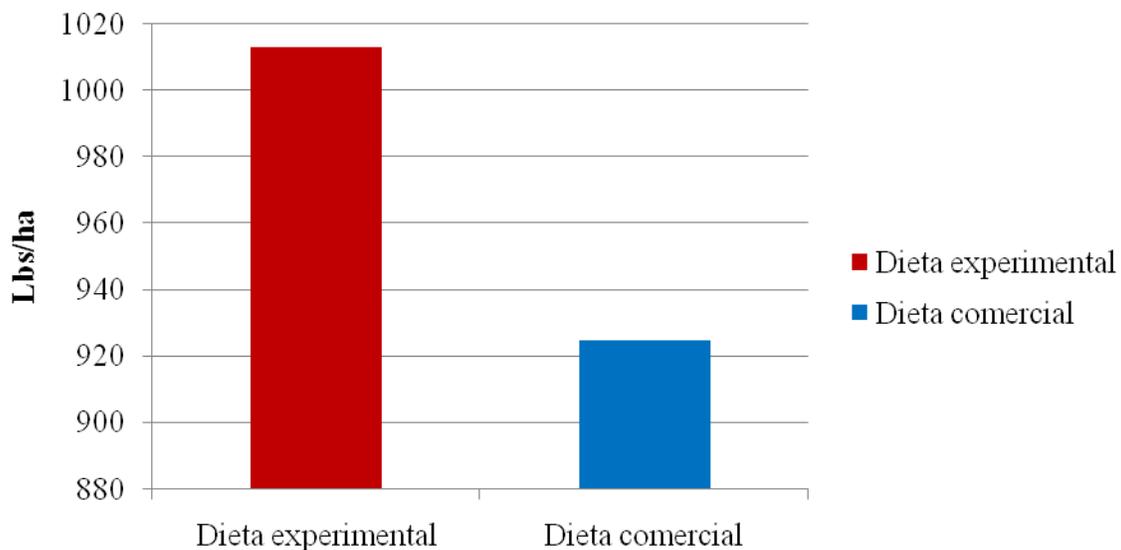


Gráfico № 9. Rendimiento Productivo del camarón *Litopenaeus vannamei* en la etapa juvenil que han crecido con cada uno de los tratamientos: con dieta experimental y dieta comercial.

VII.- CONCLUSIÓN

7.1 Factores fisicoquímicos

- La salinidad varió entre 35 a 28 ppm para los dos tratamientos (con dieta experimental y dieta comercial).
- La temperatura varió entre 27.8 y 29.1°C para los dos tratamientos (con dieta experimental y dieta comercial).
- El pH varió entre 6.8 y 7.2 para los dos tratamientos (con dieta experimental y dieta comercial).

Según los autores descritos en nuestra bibliografía los factores fisicoquímicos estuvieron en los intervalos óptimos.

7.2 Parámetros poblacionales

- El crecimiento acumulado fue de 2.3 gr para el tratamiento con dieta experimental y 2.1 gr para el tratamiento con dieta comercial.
- El ritmo de crecimiento fue de 0.5 gr para el tratamiento con dieta experimental y 0.4 gr para el tratamiento con dieta comercial.
- La tasa de crecimiento fue de -5.9 gr para el tratamiento con dieta experimental y de -5gr para el tratamiento con dieta comercial.
- El factor de conversión alimenticia varió entre 4.8 a 3.1 para el tratamiento con dieta experimental y de 4.9 a 3 para el tratamiento con dieta comercial.
- El rendimiento productivo fue de 1013 lbs/ha para el tratamiento con dieta experimental y de 925 lbs/ha para el tratamiento con dieta comercial.

De acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio, se acepta la hipótesis planteada en nuestro estudio, en el cual se demuestra que el crecimiento del camarón marino *Litopenaeus vannamei* en la etapa juvenil es mayor bajo condiciones de dieta experimental, que bajo condiciones de dieta comercial.

VIII.- RECOMENDACIONES

- Para formular un alimento se debe tomar en cuenta la especie y etapa de vida, puesto que en cada etapa requieren de diferentes porcentajes proteínicos.
- No usar cantidades grandes ni demasiados ingredientes vegetales, puesto que estos además de no tener algunos aminoácidos presentes en los ingredientes animales, estos presentan algunos factores antinutricionales y de tener riesgo de presentar micotoxinas.
- Tener cuidado en los ingredientes a tostar que no queden crudos.
- La molienda del alimento debe ser de manera adecuada, ya que con grosores altos el alimento puede perder la estabilidad y muy finos puede aumentar la cantidad de polvos finos.
- La elaboración del alimento se debe hacer con medidas altamente sanitarias.
- Realizar de manera adecuada la gelatinización del almidón, puesto que puede alterar la estabilidad dejando un alimento poco compactado.
- Si el secado del alimento se hace en un horno ya sea eléctrico, no se debe de tostar mucho, puesto que puede perder las proteínas por degradación o bien desnaturalización.

IX.- BIBLIOGRAFÍA

- Akiyama, D., Coelho, S., Lawrence, A. & Robinson, E. 1989. Apparent digestibility of feedstuffs by the marine shrimp *Penaeus vannamei* BOONE. Nippon Suisan Gakkaishi 55 (1): 91-98.
- Akiyama D. and Dominy W. 1989. Penaeid shrimp nutrition for the commercial feed industry. American Soybean Association, 15/1/89 Vol. 3 AQ 18, 50 pp.
- Akiyama, D., y Dominy, W., y Addison, L. 1991. Penaeid shrimp nutrition for the comercial feed industry, pp 80-98. September, 1991. Singapore.
- Akiyama,D., Dominy, W. & Lawrence, A. 1993. Nutrición de camarones peneidos para la industria de alimentos comerciales. Memorias del Primer Simposium Internacional de Nutrición y Tecnología de Alimentos para Acuicultura: 43-79.
- Akiyama, D. & Chwang, N. 1999. Requerimientos nutricionales del camarón y manejo de cultivo. Avances en Nutrición Acuícola III: 479-491.
- Alava, V. & Lim, C. 1983. The quantitative dietary protein requirements of *Penaeus monodon* juveniles in a controlled environment. Aquaculture 30: 53-61.
- Alava, V. & Pascual, F. 1987. Carbohydrate requirements of *Penaeus monodon* (Fabricius) Juveniles . Aquaculture 61: 211-217.
- Allan, G. & Smith, D. 1998. Recent nutrition research with australian penaeids. Reviews in Fisheries Science 6 (1-2): 113-127.
- Andrews, J., y sick, L. 1972. Studies on the nutritional requeriments of penaeid shrimp. Proc. World Mariculture: 403-414
- Anónimo 1, National Research Council. 1993. Nutrient requirements of fish.National academic press. Washington D. C.: 43-48
- Anónimo 2, New, 1987. Feed and feeding of fish and shrimp. A manual the preparation of compound feeds for shrimp and fish in aquaculture. Rome, 275 p
- Anónimo 3, 2006. El dicamaron. Diccionario de camaronicultura. ISBN 970-27-0969-5. Segunda edición. Universidad de Guadalajara, 123 pp

- Anónimo 4, Nicovita, 1997. Tasa o factor de conversión alimenticia en el cultivo de camarón. Volumen 2
- Anónimo 5, FAO, 1988. Manual para la cría de camarones peneidos. Brasilia, Brasil, Agosto.
- Anónimo 6. Nicovita, 2005. Cultivo intensivo del camarón blanco. Lima. Perú.
- Anónimo 7, Nicovita, 1998. Retardo de la tasa de crecimiento de los camarones. Volumen 3, edición 8.
- Anónimo 8, 2010. Revista científica de la Sociedad Española de Acuicultura. Revista AquaTIC, nº 32
- Arellano, E. 1990. Guías Técnicas en el cultivo de larvas de camarón. San Pedro de Manglaralto, Ecuador. pp 53-86.
- Bautista, M. 1986. The response of *Penaeus monodon* juveniles to varying protein/energy ration in test diets. Aquaculture 53: 229-242.
- Boyd, C. E. and C. S. Tucker. 1998. Pond Aquaculture Water Quality Management. Kluwer Academic Publishers, Boston, Massachusetts, USA. :700 .
- Boyd, C. E. 2000. Effluent composition and water quality standards. Global Aquaculture Advocate 3(5):61-66.
- Bravo, A. 2011. Buenas prácticas de manejo Acuícola. Puerto Morazán, Nicaragua.
- Cabanillas, H. 1996. Estudio de la digestibilidad de la harina de soya en dietas prácticas a diferentes temperaturas y salinidades en el camarón blanco, *Penaeus vannamei*, BOONE, 1931.
- Carrillo, O; Vega, F; Nolasco, H; y Gallardo, N. 2000. Aditivos alimentarios como estimuladores del crecimiento de camarón. Memorias del V Simposium Internacional de Nutrición Acuícola 19-22- Noviembre, 200. Mérida, Yucatán; México.
- Carr, W. E. and S. Gurin 1975. Chemoreception in the Shrimp, *Palaemonetes pugio*: Comparative study of stimulatory substances in Human Serum. Biol. Bull., 148:380-392.

- Ceccaldi, H. J., 1997. La digestión en crustáceos. En: Nutrición en Acuicultura II, Vol. 1: 67-84. Industrias gráficas España, Madrid.
- Ching C., Sánchez D. En Nicovita, 2004. Variables que afectan la frecuencia de alimentación con alimento balanceado en el cultivo del camarón marino *litopenaeus vannamei*. Edición Octubre – Diciembre 2004.
- Clifford, H. C. (1998). Manejo de piscinas sembradas con camarón azul *litopenaeus stylirostris*. Memorias Primer Congreso Latinoamericano de Camaronicultura. 6-10 octubre, 1998. Panamá, Panamá: 10
- Clifford, H. C. (2003). Nutrición y Alimentación de camarones peneidos. Conferencia ofrecida en centro de obtención y cría de larvas de Yaguanabos, Cienfuegos, Cuba:18.
- Covarrubias E. 1997. Evaluación del efecto de dietas sobre el crecimiento del camarón blanco *Penaeus vannamei* bajo condiciones controladas de laboratorio, Manzanillo, Col.
- Covarrubias, M. Enfermedades de camarones peneidos causados por diferentes agentes patógenos en la camaronicultura de las Américas. Veracruz, México.
- Colvin, L. & Brand, C. 1977. The protein requirement of penaeid shrimp at various life-cycle stages in controlled environment systems. Proceedings of the Journal of the World Mariculture Society 8: 821-840.
- Cruz E., Ricque, D., y Nieto, M. (1999). Importancia de la digestibilidad en alimento para camarón. Panorama Acuícola 4(2): 10-12
- Cruz, E., Ricque, M. & Nieto, M. 2000. Importancia de la digestibilidad en los alimentos para el camarón. Panorama Acuícola 10: 10-12.
- Cruz E., Ricque, M. Tapia, M y Guajardo C. 2000. Uso de harina de Kelp en alimento para camarón. En: Avances en nutrición acuícola V. Memorias del V Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. Monterrey, Nuevo León, México, Universidad Autónoma de Nuevo León: 227-266
- Cruz E., Ricque, M., Tapia, M., Guajardo C., Ovaldo L., Carrasco A. y Velasco M. 2001. Estudio del efecto de la utilización de algunos aglutinantes disponibles comercialmente para la elaboración de alimentos para camarón sobre su

estabilidad en el agua, textura y digestibilidad. VI Congreso Ecuatoriano de acuicultura. Estrategia de una nueva industria, Guayaquil, Ecuador.

Cruz E., Ruiz P, Cota E, Nieto M, Guajardo C, Tapia M, Villarreal D y Marie D., 2000. Revisión sobre algunas características físicas y control de calidad de alimentos comerciales para camarón en México. En: Avances de Nutrición Acuícola VIII. VIII Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. 15 y 17 noviembre. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Nuevo León, México. ISBN 970-694-333-5

Cuenca, M. y Gallego, M. (1987). Ingesta y conducta alimentaria. En: Nutrición en acuicultura I, CAICYT:1-65

D, Abramo, L., y Sheen, S. 1996. Requerimientos nutricionales, formulación de dietas y practicas alimenticias para el cultivo intensivo del langostino de agua dulce Macrobrachium rosembergii. Pp 81- 101. Memorias del segundo simposium internacional de nutrición acuícola. Monterrey, N.L., México.

Davis, A. & Arnold, C. 1993. Evaluation of five carbohydrate sources for *Penaeus vannamei*. Aquaculture 114: 258-292.

De Coursey, P. J., 1983. Biological timing. En: The Biology of crustacean. Vol. 7 (eds. Verberg F. & Verberg W.): 107-162. Academic press, New York.

Deshimaru, O., y Shigeno, K. 1972. Introduction to the artificial diet for prawn, *penaeus japonicus*- aquaculture: 115-133

Devresse, B (1999). Las diferencias nutricionales más frecuentes en alimento para *litopenaeus vannamei*. Panorama acuícola 4(4):8-11.

Edemar, R., Beltrame, E., Seiffert, W. 1996. Despesca e Transporte de pos - larvas. Curso internacional de " Producao de pos - larvas de camarao marinho ". Florianopolis, Brasil. pp 153-156.

FAO. 1992. Aquaculture production statistics. Rome, FAO. 195 p.

FAO, 2000. Estadísticas de la producción acuícola, Servicios de información, datos y estadísticas de Pesca, FAO Roma. 293 pp.

Fernández, I., Oliva, M., Carrillo, O., Van Wormhadt, A. (1997) Digestive enzyme activities of *penaeus notialis* during reproduction and moulting cycle. J. Comp. Bioch.Pysiol. 118A:1267-1271.

- Gaxiola, G; Brito, A; Maldonado, C; Jiménez-Yan, L; Guzmán, E; Leticia, A; Brito, R; Luis, S; Cuzon, G. 2006. Nutrición y domesticación de *Litopenaeus vannamei*. Avances en nutrición acuícola VIII. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, México. ISBN 970-694-33-5.
- González, F. y Defaz., 2007. Implantación de la Norma GLOBALGAP (Buenas Prácticas Agrícolas). En Fábrica de Alimentos Balanceados para camarones ABC. Guayaquil-Ecuador
- Gonzales, R. (1998). Variación de la actividad proteolítica y aminolítica en el hepatopáncreas de *Litopenaeus schmitti*: Ontogenia y efectos de algunos factores externos e internos. Tesis en opción al grado de Doctor en Ciencias Biológicas. Universidad de la Habana: 113.
- Guevara N., 2003. Formulación y elaboración de dietas para peces y crustáceos. Tacna-Perú.
- Guzmán, C., Gaxiola, G., Rosa, C. y Torre, A. 2001. The effect of dietary protein and total energy content on digestive enzyme activities, growth and survival of *Litopenaeus setiferus* (Linnaeus 1767) postlarvae. *Aquaculture Nutrition* 7, 113 – 122.
- Guzmán, M. 1997. Evaluación de la actividad de enzimas digestivas del camarón blanco *Penaeus setiferus* en condiciones controladas de alimentación. Tesis de maestría. UNAM: 35.
- Hajra, A., Ghosh, A. & Kumar, S. 1988. Biochemical studies o the determination of optimum dietary protein to energy ratio for tiger prawn, *Penaeus monodon* (Fab.), juveniles. *Aquaculture* 71: 71-79.
- Herrera. & Martinez., 2009. Guía para el componente curricular camaronicultura de la Carrera de Ingeniería Acuícola, UNAN-León
- Jory, D.E (2001). Manejo integral de alimento de camarón, de estanque de producción camaronero y principio de Bioseguridad. Curse lance en Acuicultura Monterrey Nuevo León, México.76pp.
- Kanazawa, A., Tanaka, N., Teshima, S. y K. Kashiwada. 1971. Nutritional requeriments of prawn-II. Requirements for sterols. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish*

- Lee, P. & A Lawrence, 1997. Digestibility. In Crustacean Nutrition. Abramo, L. (edi). World Aquaculture Society, Louisiana: 194-260.
- Lim, C. and D. M. Akiyama. 1998. "Nutrients requirements of penaeidae shrimp". Tropical Aquaculture Research Unit, Hawaii. American Soybean Association: 60-72
- Marrriot, F. 2003. Análisis del sector camaronero. Apuntes de economía No. 29. Dirección General de Estudios.
- Martínez/córdoba, 2008. Importancia del alimento artificial en el cultivo del camarón. 110
- Martínez, E. 2012. Crecimiento de camarones marinos *Litopenaeus vannamei* en estanques de concreto. Laboratorio de Investigaciones Marinas y Acuícolas (LIMA). UNAN-León. León, Nicaragua.
- Martínez, R. 1993. Camaronicultura. Bases técnicas y científicas para el cultivo de camarones peneidos. México, DF. 233p
- Martínez, E., Barreto, A. y Herrera, C., 2012. Manual de infraestructura acuícola. Departamento de acuicultura, UNAN-León, Nicaragua.
- Márquez, P. 1991. Análisis estadístico de la calidad del agua a través de las características físico-químicas del embalse Uribante. Tesis de grado Licenciatura en Estadística, Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, ULA,
- Meller O. (1994). Calidad del agua en cultivos larvarios de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* bajo diferentes condiciones alimenticias controladas y relación con su sobrevivencia. (VII Congreso interamericano de Veterinaria, Acapulco Gro: 479
- Mendoza, R., Montemayor, J. y Aguilera, C. 1996. Quimioatracción en crustáceos: papel de moléculas homólogas. In: Memorias del 3er. Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. Monterrey, N.L. 11- 13 noviembre, 1996. 1-35 p.
- Mendoza, R. 1999. Métodos para evaluar la digestibilidad proteica de los alimentos destinados a los organismos acuáticos. En Avances en Nutrición Acuícola I: Memorias del primer simposium Internacional de Nutrición y Tecnología de

Alimentos para acuicultura, Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Nuevo León, México (edit).

Metallier, R. y Guillaume, J. 2001. Feeding of fish. Applications, raw materials and additives used in fish foods. 279-295 p

Molina, C., Cadena, E., Orellana, F., 2000. Alimentación de camarones en relación a la actividad enzimática como una respuesta natural al ritmo circadiano y ciclo de muda. En: Avances en Nutrición Acuícola V. Memorias del V Simposium Internacional de Nutrición Acuícola: 358-380. Universidad Autónoma de Nuevo León, Mérida, Yucatán, México.

Montemayor, J., Mendoza, R., Aguilera, C., y Rodríguez, G. 2004. Moléculas sintéticas y extractos animales y vegetales como atrayentes alimenticios para el camarón blanco *litopenaeus vannamei*. Revista aquTIC, 2004

Nunes, A.J.P. 2006. An update on the use of Chemo attractants in shrimp feeds. Aquaexpo 2006 – Guayaquil, Ecuador.

Ocampo, L. 1998. Energía metabolizable y eficiencia neta de crecimiento bajo el efecto de variaciones medioambientales en el camarón. IV Simposium Internacional de Nutrición Acuícola, La Paz, B.C.S., México, noviembre 15-18, 1998.

Pérez-Farfante, I & Kensley, B. 1997. Keys and diagnoses for the families and genera. Penaeoid and sengestoid shrimps and prawns of the world. Memoires du museum national d histoire naturelle: 233.

Regueira, E. 2001. Patrones especiales y temporales de la producción camaronera en el golfo de Guayaquil. Tesis de magister en ciencias. Escuela Politécnica del Litoral. Guayaquil, Ecuador.

Robertson, L., Lawrence, A. & Castille, F. 1993. Interaction of salinity and feed protein level on growth of *Penaeus vannamei*. Journal of Applied Aquaculture 2: 43-53.

Rodríguez, M. 1999. Requerimientos energéticos de peces y crustáceos. En Avances en Nutrición Acuícola I: Memorias del Primer Simposium Internacional de Nutrición y Tecnología de Alimentos para acuicultura, Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Nuevo León, México:81-89.

- Rosas . & Martínez, febrero de 1996. Aspectos de la biología reproductiva del camarón blanco del golfo de México *penaeus setiferus*, campeche, camp.
- Shiau, S. & Chou, B. 1991. Effects of dietary protein and energy on growth performance of tiger shrimp *Penaeus monodon* reared in seawater. Nippon Suisan Gakkaishi 57(12) : 2271-2276.
- Smith, L., Lee, P., Lawrence, A. & Strawn, K. 1985. Growth and digestibility by three sizes of *P. vannamei* Boone: effects of dietary protein levels and source. Aquaculture 46: 85-96.
- Tacon, A. (1995). The potential for fishmeal substitution in aquafeeds. Infofish International 3: 29-34
- Tacon, A. (1996). Nutritional studies in crustaceans and the problems of applying research findings to practical farming systems. Aquacul. Nutr. 1: 165-174
- Talavera, V., D., Sánchez y M., Zapata. Alimentación en el cultivo del camarón. Manual del cultivo del camarón.
- Vega, F., Nolasco, H. y Rivera, C. 1993. The digestive enzymes of the Pacific brown shrimp *Penaeus californiensis*. I-Properties of 49 amylase activity in the digestive tract. Journal of Comparative Biochemistry and Physiology Vol. 106B, 547-550.
- Vega, F. Fernández, I., preciado, M., Oliva, M., Tovar, D., Nolasco H., (1999). The activity of digestive enzymes during the molting stages of the arched swimming callinectes arcuatus Ordway, 1863. Bull. Mar. Sci. 65: 1-10
- Vega, F., Nolasco, H., Chong, O., Fallarero, A. y Carrillo O. (2004). Functional feeds in shrimp nutrition the new research. Theoretical concept and practical approach. Panorama Acuícola magazine 9(4): 21-25
- Vijayan, K. K., Sunilkumar-Mohamed, K y Diwan, A.D. (1997). Studies on moult staging, moulting duration and moulting behavior in indian srimp *penaeus indicus* Milne Edwards. (Decapoda: penaeidae). J. Aquacul. Trop. 12 (1): 53- 64.
- Villarreal, H. 1997. Nutrición de camarón. II Curso de acuicultura. Monterrey, México. 121p
- Wang, C. 2000. Factores que influyen en el cultivo de camarones. México, DF.