

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua

Unan-León

Facultad de Ciencias y Tecnología

Departamento de Biología

Carrera de Ingeniería Acuícola



Tesis previa para optar al título de Ingeniero Acuícola

Título:

Comparación del efecto de las frecuencias en la administración de dietas (4 horas y 6 horas) sobre el crecimiento de camarones blancos del pacífico.

Elaborado por:

- Ronald Antonio Sevilla Rueda.
- Tania Raquel Hernández Jiménez

León, febrero 2014.

“A LA LIBERTAD POR LA UNIVERSIDAD”

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua

Unan-León

Facultad de Ciencias y Tecnología

Departamento de Biología

Carrera de Ingeniería Acuícola



Tesis previa para optar al título de Ingeniero Acuícola

Título:

Comparación del efecto de las frecuencias en la administración de dietas (4 horas y 6 horas) sobre el crecimiento de camarones blancos del pacífico.

Elaborado por:

- Ronald Antonio Sevilla Rueda.
- Tania Raquel Hernández Jiménez

Tutor: Dr. Evenor Martínez G.

León, febrero 2014.

“A LA LIBERTAD POR LA UNIVERSIDAD”

AGRADECIMIENTOS

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

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

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

Ronald Antonio Sevilla Rueda.

Tania Raquel Hernández Jiménez.

DEDICATORIA

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

A mi madre Maritza de Jesús Rueda Picado por brindarme el suficiente apoyo incondicional para llegar a concluir mi carrera.

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

Ronald Antonio Sevilla Rueda.

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

A mi madre Felipa Jiménez Silva por su apoyo incondicional a lo largo de mi carrera, a mi amada hija María Esther Luna quien fue mi fortaleza para cumplir con mis metas y a mi madrina Maura García quien fue un ángel que llegó a mi vida para ayudarme a concluir lo que con esfuerzos empecé un día.

A mi compañero de tesis Ronald Sevilla quien fue mi amigo y mi apoyo en el transcurso de mi carrera y en la elaboración de esta tesis.

Tania Raquel Hernández Jiménez.

RESUMEN

El presente estudio se realizó en el Laboratorio de Investigaciones Marinas y Acuícolas (LIMA) UNAN–LEÓN; localizada en la comunidad de Las Peñitas en el departamento de León. En este trabajo nuestro principal objetivo es: Comparar el efecto de las frecuencias en la administración de dietas 4 horas (tratamiento 1) y 6 horas (tratamiento 2) sobre el crecimiento de camarones blancos del pacífico en condiciones experimentales. El experimento se realizó en dos tratamientos experimentales y cada tratamiento con tres repeticiones, con densidad de siembra de 80 postlarvas por metro cuadrado durando un periodo de 33 días. Diariamente se tomaban los factores físico-químicos como son: temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y pH, a las 6 am y 6 pm haciendo muestreos poblacionales cada cinco días. Dentro de los resultados obtenidos los parámetros de temperatura variaron entre 26 a 30 °C, los de salinidad entre 29 a 33 S‰, los datos de oxígeno oscilaban entre 2 a 6 mg/L y pH se mantuvieron en 6 a 7 durante los 33 días de experimento, con una sobrevivencia de 100% en ambos experimentos por lo cual demostramos que con ambos tratamientos la sobrevivencia se mantuvo, pero el crecimiento mayor demostrado numéricamente y estadísticamente ($P < 0,05$) fue el de la frecuencia en la administración de dietas alimentándose cada 4 horas.

INDICE

AGRADECIMIENTO.....	3
DEDICATORIA.....	4
RESUMEN.....	5
I.INTRODUCCIÓN.....	10
II.OBJETIVOS.....	11
III. PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS.....	12
IV.LITERATURA REVISADA.....	14
4.1. Clasificación taxonómica de <i>Litopenaeusvannamei</i>	14
4.2. Características biológicas del camarón <i>Litopenaeusvannamei</i>	13
4.3 Densidad y Espacio.....	15
4.3.1. Hábitat y biología.....	15
4.3.2. Anatomía y fisiología del sistema digestivo del camarón <i>Litopenaeusvannamei</i>	16
4.4. Sistema digestivo del camarón.....	16
4.4.1. Digestión.....	19
4.5. Primer proceso de la digestión en la etapa del camarón <i>Litopenaeusvannamei</i>	20
4.5.1. Sistema de digestibilidad en etapa de postlarva.....	20
4.5.2. Células de la digestión.....	22
4.5.3. Enzimas digestivas.....	23
4.6. Sistemas de producción.....	23
4.7. Extensiva.....	23
4.7.1. Semi-intensivo.....	24

4.7.2. Intensivo.....	24
4.7.3. Super-intensivo.....	25
4.7.4Alimento.....	26
4.8.Forma general de alimentación.....	29
4.8.1Alimentación con comederos.....	30
4.8.2. Descripción alimentación con comederos.....	30
4.8.3. Manejo alimentación con comedero.....	31
4.8.4. Ventajas y desventajas.....	31
4.8.4.1. Ventajas.....	31
4.8.4.2. Desventajas.....	32
4.9. Calidad del agua factores físico químicos.....	33
4.9.1. Oxígeno disuelto (OD).....	33
4.9.2. Temperatura.....	36
4.9.3. Salinidad.....	39
4.9.4. ph.....	40
4.9.5. Parámetros poblacionales: crecimiento y desarrollo de los organismos de cultivo.....	41
4.9.6. El crecimiento y desarrollo de los organismos.....	41
4.10. Factores que afectan el crecimiento y desarrollo.....	41
4.10.1 .El estudio de crecimiento en peso.....	42
4.10.2. Crecimiento acumulado.....	43
4.10.3. Ritmo de crecimiento.....	43
4.10.4. Tasa de crecimiento acumulado.....	44
4.11. Muestreo de población.....	44

4.11.1 Manejo de datos de población.....	45
4.12. Factor de conversión alimenticia (F.C.A).....	46
4.12.1. Sobrevivencia.....	48
4.12.2. Rendimiento productivo.....	48
4.13. Buenas prácticas para la alimentación acuícola.....	49
4.13.1 Buenas prácticas de manejo (BPM) para el manejo del alimento.....	53
4.14. Comparación de medias estadísticas.....	56
4.14.1 Comparar medias.....	56
V.- MATERIALES Y MÉTODOS.....	58
5.1. Localización.....	58
5.2. Dispositivo experimental.....	58
5.3. Diseño experimental.....	58
5.4. Aclimatación y siembra.....	59
5.5. Alimentación.....	60
5.6. Factores físico químicos.....	60
5.6.1. Oxígeno disuelto.....	60
5.6.2. Temperatura.....	60
5.6.3. Salinidad.....	61
5.6.4. Ph.....	61
5.7. Parámetros poblacionales.....	61
5.7.1. Ritmo de crecimiento.....	62
5.7.2. Tasa de crecimiento.....	62
5.7.3. Sobrevivencia.....	62
5.7.4. Rendimiento productivo.....	62
5.7.5. Factor de conversión alimenticia.....	62

VI.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	61
6.1. Temperatura.....	63
6.2. Salinidad.....	64
6.3. Oxígeno disuelto mg/L.....	65
6.4.ph.....	66
6.5. Crecimiento acumulado.....	67
6.6. Tasa de crecimiento.....	68
6.7. Ritmo de crecimiento.....	69
6.8. Supervivencia.....	70
6.9..Fecundidad productiva.....	71
6.10..Factor de conversión alimenticio.....	72
VII.- CONCLUSIONES.....	73
VIII.- RECOMENDACIONES.....	74
IX.- BIBLIOGRAFÍA.....	75
X- ANEXOS.....	80

I.- INTRODUCCIÓN

La acuicultura de camarón enfrenta retos importantes para su consolidación como actividad económicamente viable y ecológicamente sostenible. Entre los más importantes se destaca, la maximización eficiente de la utilización de los nutrientes de los alimentos balanceados mediante la formulación de granulados cada vez mejores, así como la implementación de prácticas adecuadas de manejo del alimento (Martínez-Córdova, 2008).

Nicaragua posee un gran potencial de terrenos aptos para desarrollar la acuicultura, con una área aproximada de 39,250 hectáreas de las cuales el 72% se encuentra en la zona del Estero Real, en el Golfo de Fonseca (Barreto, 2003)

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 estos procesos 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 costo del alimento artificial representa entre el 30 y 40% del total de los costos variables de las camaronerías (Galindo y cols., 2009; Jaime y cols., 2009; Fraga y cols., 2010) dependiendo de diferentes factores como son: especie y sistema de cultivo, productividad natural del estanque, calidad y manejo del alimento balanceado, entre muchos otros (Martínez-Córdova y Peña-Messina, 2005).

Las mejores prácticas de alimentación son las que proporcionan la cantidad y calidad adecuadas de alimento a los organismos, para lograr el máximo rendimiento, con el menor costo, tanto económico como ecológico. Las prácticas de alimentación han evolucionado recientemente, respecto a los sistemas de dosificación tradicional al boleo, por el empleo de comederos testigos o como única forma de alimentación (Bador, 1998).

II. OBJETIVOS

Objetivo General

1. Comparar el efecto de las frecuencias en la administración de dietas (4 horas y 6 horas) sobre el crecimiento de camarones blancos del Pacífico en condiciones experimentales.

Objetivos Específicos

- 1.- Determinar los factores Físico-Químicos (Temperatura, Salinidad, Oxígeno Disuelto y pH) del agua de los recipientes donde crecen los camarones en estudio para verificar que influencia tienen sobre su crecimiento.
- 2.- Comparar el crecimiento acumulado, los ritmos de crecimiento y las tasas de crecimiento de los camarones en las dos condiciones experimentales.
- 3.- Calcular y comparar el Factor de Conversión Alimenticio, Supervivencia y Rendimiento Productivo de los camarones de las dos condiciones experimentales.

III. PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS

Hipótesis Nula

Ho: El crecimiento de los camarones *Litopenaeus vannamei* es similar cuando se aplican las dos frecuencias alimenticias (cada 4 y 6 horas).

Hipótesis Alternativa

Hi: El crecimiento del camarón *Litopenaeus vannamei* es diferente cuando se aplica la frecuencia de alimentación (cada 4 horas y 6 horas).

IV. LITERATURA REVISADA

4.1 Clasificación Taxonómica de *Litopenaeusvannamei*

Los carídeos (*Caridea*) son un infraorden decrustáceos decápodos marinos o de agua dulce, conocidos vulgarmente como camarones, quisquillas o esquilas. Su tamaño oscila entre los 2 y los 35 centímetros de longitud, tienen las patas pequeñas, los bordes de las mandíbulas fibrosos, el cuerpo comprimido, la cola muy prolongada respecto al cuerpo, la coraza poco consistente y son de color variable, transparente o grisáceo. Son relativamente fáciles de encontrar en todo el mundo, tanto en agua dulce como en agua salada. Son mucho más pequeños que las gambas y los langostinos (López, 2012).

Los *Carideos* incluyen tanto a los llamados camarones de río o langostinos, como a algunos camarones de aguas templadas y de aguas profundas. Tienen un cuerpo generalmente cilíndrico integrado por un caparazón en el frente y seis segmentos abdominales. Poseen 5 pares de patas, los dos primeros pares generalmente son pinzas de mayor tamaño. Debajo del abdomen tienen unas patas abdominales conocidas como pleopodos que utilizan para propulsarse a través del agua. Los ojos están bien desarrollados en la mayoría de especies, pero las especies que habitan en cuevas suelen ser ciegas. Tienen numerosos pares de antenas, cuya forma, longitud y cantidad varía bastante según los hábitos de alimentación de las especies. La anténula, es una pequeña antena que se configura en el segundo par de apéndices. Debajo de la anténula está la antena (López, 2012).

Tabla N^o 1. Clasificación de los camarones:

Phylum	Artrópoda
Clase	Crustácea
Subclase	Malacostráca
Serie	Eumalacostraca
Súper Orden	Eucarida
Orden	Decápoda
Sub Orden	Dendrobronchiata
Infra Orden	Litopenacidea
Súper Familia	Litopaoidea
Familia	Litopenaeidae
Género	Litopenaeus
Especie	vannamei

(Martínez, 2009)

4.2 Características Biológicas del Camarón *Litopenaeusvannamei*.

El camarón patiblanco *Litopenaeusvannamei* es una especie de crustáceo decápodo de la familia *Penaeidae*, nativo del oriente del Océano Pacífico, desde el estado de Sonora, México, hasta el noroeste del Perú. Posee un cuerpo revestido de un exoesqueleto quitinoso. La cabeza y el tórax están fusionados para formar el cefalotórax. Los apéndices del cefalotórax se denominan periopodos y son patas caminadoras (5 pares) y los apéndices del abdomen se denominan pleopodos y son patas nadadoras también son cinco pares. El cuerpo tiene 19 segmentos, 5 de la cabeza, 8 del tórax y 6 del abdomen, además cuentan con apéndices birrameos especializados en la cabeza que son anténulas, antenas, mandíbulas y dos pares de maxilas. Los ojos son pedunculados y compuestos. La cubierta quitinosa del cefalotórax posee una prolongación anterior en forma de serrucho que se denomina rostrum y que posee un número determinado de dientes según la especie que se trate, número que permite entonces la clasificación taxonómica. Este rostrum sirve para proteger a los

ojos que están ubicados justo por debajo de este. La abertura genital del macho se encuentra en el octavo segmento del tórax y en las hembras se encuentra en el sexto segmento (López, 2012).

4.3 Densidad y Espacio.

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

El espacio es el lugar donde se desarrollan los camarones y tiene una capacidad limitada para soportarlos, aquí, debe de existir suficiente alimento y capacidad para eliminar desechos capaces de hacer daño a los individuos. La capacidad de producir alimento y de eliminar desechos al fin determina la capacidad de carga de un ecosistema. El rendimiento biológico es por lo tanto, el resultado de un balance entre factores favorables al crecimiento de los camarones.

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

4.3.1. Hábitat y Biología.

Litopenaeus vannamei se encuentra en hábitats marinos tropicales. Los adultos viven y se reproducen en mar abierto, mientras que las post larvas migran a las costas a pasar la etapa juvenil, la etapa adolescente y pre adulta en estuarios, lagunas costeras y manglares.

Los machos maduran a partir de los 20 gr y las hembras a partir de los 28 gr en una edad de entre 6 y 7 meses. Cuando el Camarón blanco del Pacífico pesa entre 30 y 45

gr libera entre 100 ,000 y 250,000 huevos de aproximadamente 0,22 mm de diámetro. La incubación ocurre aproximadamente 16 horas después del desove y la fertilización.

La semilla silvestre de *Litopenaeusvannamei* fue utilizada en América Latina para los cultivos extensivos en estanques hasta finales de la década de 1990. Los programas de domesticación y selección genética permitieron un suministro más consistente de post larvas de alta calidad, libres de patógenos específicos (SPF) y/o resistentes (SPR), que eran criadas en incubadoras.

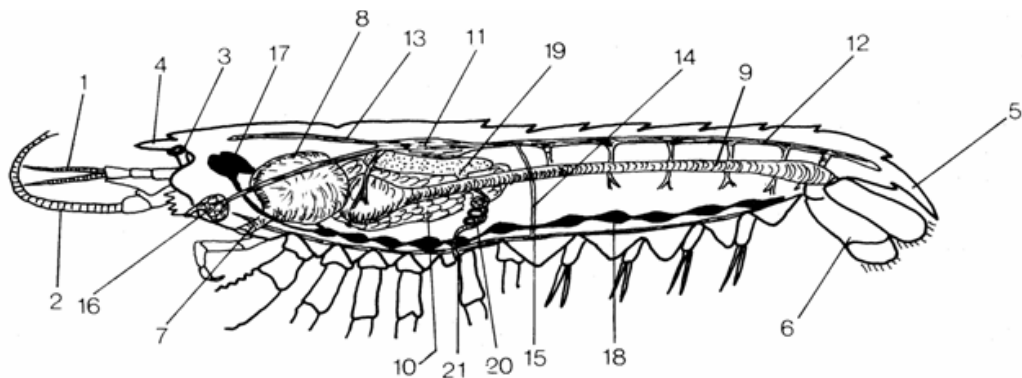
4.3.2. Anatomía y fisiología del sistema digestivo del camarón *Litopenaeusvannamei*.

La nutrición de camarones implica procesos químicos y fisiológicos que proveen nutrientes al animal para sus funciones normales de mantenimiento, crecimiento, movimiento, reproducción, defensa contra parásitos y depredadores, etc. Una parte importante de estos procesos es la digestión, que involucra descomposición mecánica, solubilidad y absorción de nutrientes, el cual depende de la anatomía y fisiología del sistema digestivo de cada especie.

En los camarones el sistema digestivo se compone de boca, estomago, hepatopáncreas; situados en el cefalotórax; un intestino, una glándula intestinal en el abdomen y el ano situado ventralmente donde comienza el telson. Los crustáceos decápodos se consideran filtradores intensos en virtud de la presencia de múltiples filtros en su aparato digestivo, de ahí la importancia de una buena molienda de los insumos utilizados en los alimentos (Cruz, 1996). La digestión comienza en la cavidad cardiaca del estómago y se continúan en los túbulos del hepatopáncreas. Es a nivel de ésta glándula que la digestión se hace más activa, con la participación de enzimas producidas por células especializadas. Las antenas y las anténulas intervienen en la quimiorrecepción, búsqueda y reconocimiento del alimento, a través de quimiorreceptores llamados astetascos, que se encuentran en el flagelo lateral de las anténulas, comunicados por el nervio antenular al lóbulo olfatorio del protocerebro de los crustáceos. Los movimientos de las antenas tienen como función aumentar la exposición de los astetascos a los químicos propiciando la circulación del agua.

Además de estos receptores (de distancia) asociados al sentido del olfato, hay otro tipo de quimiorreceptores sensitivos localizados en los apéndices masticadores y a las partes bucales que funcionan como el sentido del gusto (receptores de contacto). Así tenemos que, el camarón tiene la capacidad de detectar el alimento a distancia, mediante los receptores antenales, y una vez que se ha dirigido a él, por contacto, lo degusta con los receptores presentes en periópodos y apéndices bucales, dando como respuesta la aceptación o el rechazo del alimento. La capacidad de percibir la presencia y detectar el “sabor” del alimento, representa una estrategia energética, que permite minimizar el tiempo de búsqueda y maximizar la proporción neta de energía o de ingredientes ingeridos, estrategia que puede ser utilizada eficazmente tanto en el diseño de los alimentos balanceados como en la forma de distribución. (Molina et al., 2002)

Imagen N^o 1. Esquema de la organización interna de un decápodo.



Esquema de la organización interna de un decápodo. 1, anténula; 2, antena; 3, ojo compuesto; 4, rostro; 5, telson; 6, urópodo; 7, esófago; 8, molino gástrico; 9, intestino; 10, hepatopáncreas; 11, corazón; 12, aorta posterior; 13, aorta anterior; 14, arteria descendente; 15, arteria subneural; 16, glándula antenal; 17, cerebro; 18, cordón nervioso ventral; 19, gónada; 20, gonoducto; 21, gonóporo.

(Internet 2).

A la hora de alimentarse, los organismos deben de transformar el alimento de forma tal que pueda ser digerido. Durante el proceso, el alimento debe de cambiar de su forma “organizada inicial” a una forma desorganizada que permita a las enzimas digestivas actuar para la formación del quimo. En este proceso, hay una pérdida neta de energía como consecuencia del movimiento desordenado de las partículas del alimento que ingresan al organismo. (Tacon, 1989).

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

Uno de los principios básicos de la bioenergética; la relación “costo –beneficio”. (Aquatic, 2004) En condiciones naturales los camarones Litopeneidos juveniles son considerados omnívoros o detritívoros

4.4 Sistema Digestivo del camarón.

En camarones la cutícula a nivel del intestino anterior forma una compleja estructura a nivel del estómago. Este órgano puede ser dividido en dos partes un parte anterior o cardíaca y una posterior o pilórica. El estómago cardíaco presenta una especie de molinillo gástrico con estructuras muy resistentes por el engrosamiento de las capas quitinosas que permite moler el alimento.

El estómago pilórico presenta una serie de filtros o tamices formados por setas cuticulares que posibilitan la separación del alimento. Así las partículas finas de alimento son orientadas hacia el ciego digestivo mientras que los desechos se encauzan hacia el intestino medio para de allí ser eliminados por recto y ano. También es posible que algunas de las partículas más gruesas de material no digerible sean regurgitadas. El ciego digestivo es un órgano de gran tamaño que ocupa gran parte del hemocele, de color amarillento en vida y que rápidamente se deteriora por procesos de histólisis después de la muerte, al igual que el estómago pilórico y el intestino anterior. La mayor parte del intestino visible está formado por el intestino medio que recorre el abdomen o pleon en posición dorsal. (Internet 2).

4.4.1. Digestión del Camarón.

El tubo digestivo de los decápodos se divide en tres partes: intestino anterior o estomodeo, intestino medio o mesenterón y el intestino posterior o proctodeo. El estomodeo y el proctodeo están cubiertos de quitina, y este recubrimiento se pierde en cada exuviación o muda. En seguida de la boca se encuentra el esófago y luego el estómago, en el cual se pueden distinguir dos partes: cardíaca o anterior, separada por una válvula cardió-pilórica de la parte pilórica o posterior. La primera sirve de receptáculo de los alimentos ingeridos y presenta una gran elasticidad, en la parte posterior se encuentran una serie de piezas calcáreas, sedas, espinas y filtros, así como repliegues y sillones por los cuales pasan los alimentos en el transcurso de sucesivas moliendas. Las partes posteriores del estómago cardíaco y pilórico están reforzadas y soportadas por un conjunto de piezas calcáreas articuladas, las placas y los oscículos, que son zonas de espeso revestimiento quitinoso de este órgano.

Las piezas masticadoras del estómago (molino gástrico) son manipuladas por músculos propios, exteriores a la pared del estómago, controlados por un conjunto de elementos nerviosos. Estas piezas más o menos calcificadas tienen disposiciones y formas muy diversas de unos grupos de crustáceos a otros. El estómago está provisto de elementos duros u oscículos, con una función trituradora. La eficiencia del estómago está ligada a su complejidad, y ésta varía de manera inversa a la complejidad de las mandíbulas.. (Internet 2).

Los alimentos se desplazan por el tubo digestivo, las partículas de gran tamaño se quedan en la bolsa cardíaca y son dirigidas por movimientos musculares hacia la parte dorsal de la bolsa, en donde son tratadas por el molino gástrico. Las partículas suficientemente pequeñas pasan al saco pilórico y son finalmente filtradas por sedas muy cerradas entrando a la glándula del intestino medio o hepatopáncreas. Las partículas más gruesas son retenidas por un filtro a la entrada de la glándula y son dirigidas posteriormente hacia el intestino, donde son cubiertas por una membrana de mucopolisacáridos: membrana peritrófica, dando lugar a las heces fecales. Estas últimas son a menudo re ingeridas por los mismos camarones. La bolsa pilórica

presenta movimientos de contracción, sucesivos y coordinados que aseguran la filtración y permiten la progresión del alimento hacia el intestino medio y posterior.

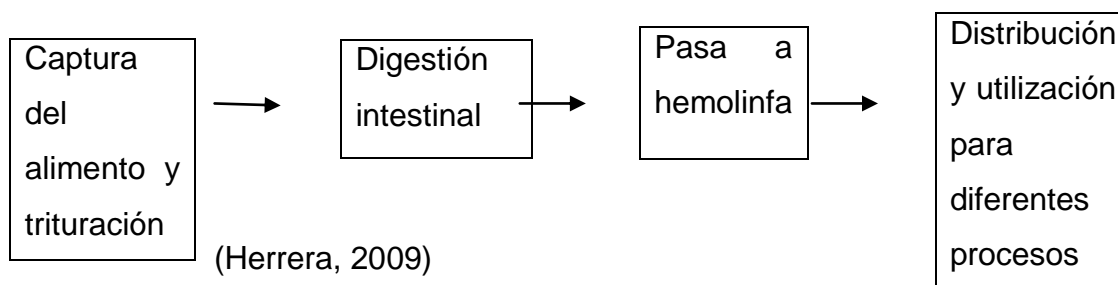
En virtud de la presencia de múltiples filtros, principalmente en los crustáceos decápodos, se pueden considerar como filtradores intensos (de ahí la importancia de una buena molienda de los insumos en los alimentos balanceados). En el estómago los alimentos son transformados en una papilla líquida y se inicia la digestión química. (Internet 2).

4.5 Primer proceso de la Digestión en la etapa del camarón Litopenaeusvannamei.

4.5.1. Sistema de digestibilidad en etapa de postlarva.

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

Diagrama N°1 de la Ingestión del camarón



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

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

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

Regulación endocrina de la síntesis de las enzimas digestivas: la gastrina, localizada en las paredes del estómago, en las células neurosecretoras y en las glándulas del seno de los pedúnculos oculares, aumenta la síntesis de enzimas digestivas y produce un aumento de la síntesis proteica en el hepatopáncreas. El molino gástrico está formado por piezas calcáreas que trituran el alimento junto con los fluidos de enzimas digestivas que produce el hepatopáncreas. El alimento finalmente triturado pasa a la glándula del filtro, que también está quitinizada en donde se seleccionan las partículas menores de 1mm que pasan al hepatopáncreas, las partículas mayores pasan al intestino medio y de ahí hasta que son defecadas.

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

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

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

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

Este órgano complejo cumple varias funciones.

- Funciones en la secreción de enzimas digestivas
- Retención temporal y cíclica de reservas,
- Principal órgano de absorción de los productos de la digestión
- El hepatopáncreas está formada de túbulos ciegos que vierten, por el extremo abierto, sus productos de secreción al estómago.
- Las paredes de los túbulos están constituidas por células de varios tipos: células de absorción y de acumulación, células secretoras, células embrionarias y células fibrilares. (Internet 2).

4.5.2. Células de la digestión.

E. Embrionarias

R. Abortivas

F. Fibrilares

B. Cel. Secretoras.

Esquema fundamental de la digestión del camarón:

E-----> R ---->B ----> Células

\ /

\ /

F

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

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

B - Son mayores y 1 vacuola grande.

F - Son fibrilares. Cada retículo endoplasmático bien desarrollado (Martínez y Barreto 2011).

4.5.3. Enzimas digestivas.

- Tripsinas,
- Carboxipeptidasaa A y B
- Aminopeptidasas
- Dipeptidasas
- Pepsina
- Quimotripsica
- Amilasas,
- Maltosas,
- Sacarosas
- Celulosa.
- Quitinasas
- Lipasas y esterases(Martínez y Barreto 2011).

4.6 Sistemas De Producción.

Las técnicas para el crecimiento se pueden sub-dividir en 4 grandes categorías: extensivas, semi-intensivas, intensivas y súper-intensivas, que representan respectivamente, densidades de siembra baja, media, alta y extremadamente alta.

4.7. Extensiva.

Esta técnica es común en los países latinoamericanos. Los cultivos extensivos de *Litopenaeusvannamei* desarrollan en las zonas inter- mareales, donde no hay bombeo de agua ni aireación. Los estanques suelen ser de forma irregular, con una superficie de entre 5 y 10 ha (o hasta 30 ha) y una profundidad de entre 0,7 y 1,2 m. Generalmente, se empleaba semilla silvestre que entraba a los estanques con la marea alta, o se adquiría a los recolectores de semilla; desde la década de 1980 se utiliza PL obtenida de las incubadoras, con una densidad de 4–10/m². El camarón se alimenta a base de alimentos producidos naturalmente mediante fertilización, y dosis una vez al día de alimentos balanceados de bajas proteínas. A pesar de la baja densidad, a los 4 ó

5 meses se cosechan camarones pequeños de entre 11 y 12 gr. El rendimiento en estos sistemas extensivos es de 150–500 kg/ha/ cosecha, con una o dos cosechas anuales.

4.7.1. Semi-Intensiva.

Los estanques de cultivo semi intensivo (1–5 ha) emplean semillas producidas en incubadoras, con densidades de siembra entre 10 y 30 Pls/m² estos sistemas son comunes en América Latina. El agua se bombea para su recambio, los estanques tienen una profundidad de entre 1 y 1,2 m y si acaso, emplean un mínimo de aireación artificial. El camarón se alimenta de productos naturales propiciando su producción mediante fertilización del estanque, complementado con alimentación 2 ó 3 veces al día. Los rendimientos de la producción en estanques semiintensivos varían entre 500 y 2000 kg/ha/cosecha, con dos cosechas por año.

Este sistema se caracteriza por incrementar la densidad de siembra, el manejo es sistemático, la tasa de recambio de agua es mayor y además de fertilizar como en el caso anterior se requiere ofrecer alimentación complementaria pues el alimento natural se hace limitado al aumentar la densidad de camarones (15-30 camarones/m²). Se recomienda utilizar una tasa de fertilización inorgánico de 20 a 40 kg/ha y una tasa de recambio de agua de 10 a 20%. Este sistema de cultivo se practica en estanques de tierra mayoritariamente. (López, 2012).

4.7.2. Intensiva.

Las granjas intensivas comúnmente se ubican fuera de las áreas intermareales, donde los estanques puedan drenarse totalmente, secarse y prepararse antes de cada ciclo; cada vez más se ubican lejos del mar, en tierras más baratas y de baja salinidad. Este sistema de cultivo es común en Asia y en algunas granjas de América Latina que están procurando elevar su productividad. Comúnmente los estanques son de tierra, pero también se utilizan membranas de recubrimiento para reducir la erosión y mejorar la calidad del agua. En general los estanques son pequeños (0,1–1,0 ha) sean cuadrados o redondos. La profundidad suele ser mayor a 1,5 m. Las densidades varían entre 60 y 300 Pls/m². Se requiere una aireación continua de 1 HP/400–600 kg de camarón

cosechado, para la oxigenación y circulación del agua. La alimentación se basa en dietas artificiales suministradas 4 a 5 veces diarias. Los factores de conversión alimenticia fluctúan entre 1,4 y 1,8:1.

Desde la irrupción de síndromes virales, se ha generalizado el uso de cepas domesticadas libres o resistentes de patógenos específicos (SPF) o (SPR) respectivamente; la implementación de medidas de bioseguridad y sistemas de bajo recambio de agua. Sin embargo la alimentación, la calidad y recambio del agua, aireación y el florecimiento del fitoplancton requieren de un cuidadoso monitoreo y manejo. Los rendimientos de la producción varían entre 7,000 y 20 000 kg/ha/cosecha (López, 2012), pudiéndose lograr de 2 a 3 cosechas por año, con un máximo de 30 a 35000 kg/ha/cosecha.

En el sistema de floculación bacterial, los estanques (0,07–1,6 ha) se manejan con alta aireación, recirculación y sistemas de bacterias heterotróficas. Se utilizan alimentos bajos en proteínas, suministrándolos de 2 a 5 veces al día, en un esfuerzo por elevar la relación C: N a $>10:1$ y desviar los nutrientes adicionados a través de procesos bacterianos en vez de la vía algal. Se utilizan densidades de 80–160 Pls/m² los estanques se hacen heterotróficos y se forman flóculos de bacterias, que son consumidos por los camarones, reduciendo la dependencia de alimentos altos tanto en proteínas como en tasa de conversión alimenticia incrementándose la eficiencia costo-beneficio. Esos sistemas han logrado una producción de 8–50000 kg/ha/cosecha en Belice e Indonesia.

4.7.3. Súper-intensiva.

La investigación desarrollada recientemente en Estados Unidos de Norteamérica se ha enfocado al crecimiento de Camarón blanco del Pacífico en sistemas de canales de flujo rápido súper-intensivos en invernaderos, sin recambio de agua (salvo el reemplazo de pérdidas por evaporación) o la descarga, utilizando larvas de cepas SPF. Por lo tanto son bioseguros, sustentables, con poco impacto ecológico pudiendo producir camarón de alta calidad con eficiencia costo-beneficio. El cultivo en canales de 282 m² con 300–450 juveniles/m² de entre 0,5 y 2 gr para su crecimiento entre 3 y 5 meses, ha

logrado obtener producciones de entre 28 000 y 68 000 kg/ha/cosecha a tasas de crecimiento de 1,5 gr/semana, tasas de supervivencia de 55–91 %, con un peso promedio de entre 16 y 26 gr y factores de conversión alimenticia de 1,5–2,6:1(López, 2012).

4.7.4Alimento para Camarones.

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

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

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

Las fuentes de nutrientes pueden variar, pero ciertos nutrientes son requeridos por todos los animales en crecimiento, son conocidos como nutrientes esenciales o indispensables. Un nutriente esencial es aquel que no puede ser sintetizado a un nivel requerido para el crecimiento y mantenimiento. A pesar que la proteína es requerida para el crecimiento, no hay proteínas esenciales si no aminoácidos esenciales (las proteínas están compuestas por aminoácidos). A pesar que los carbohidratos (ej. harina de trigo) son fuentes de energía, no son carbohidrato esenciales porque pueden derivados de varios ingredientes almacenados y liberados a través de varios procesos

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

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

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

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

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

Las vitaminas son un grupo heterogéneo de compuestos orgánicos esenciales para el crecimiento y mantenimiento de la vida animal. La mayoría de la vitaminas no son sintetizadas por el cuerpo de los animales, o bien si los son es a un la tasa muy inferior, que permita cubrir los requerimientos de los animales. Las vitaminas difieren de los otros nutrientes principales (proteínas, lípidos y carbohidratos) en que ésta no están químicamente relacionadas unas con otras, existen en cantidades muy pequeñas dentro de las materias alimenticias de origen animal y vegetal y son requeridas por los

animales en cantidades traza. (Rosas, et al 1995). Las vitaminas pueden clasificarse en dos grandes grupos, dependiendo de su solubilidad las hidrosolubles y liposolubles.

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

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

(Rosas et al, 1995)

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

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

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

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

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

El alimento debe de distribuirse en los estanques de manera uniforme para evitar su acumulación en lugares específicos del fondo, lo que podría resultar en el deterioro de la calidad del suelo. De ser posible, la ración diaria debe administrarse en varias ocasiones con el fin de incrementar la porción de alimento consumido por el camarón (Tacon, 2004)..

4.8.Forma General de Alimentación.

La acuicultura de camarón enfrenta retos importantes para su consolidación como actividad económicamente viable y ecológicamente sostenible. Entre los más importantes se destaca, la maximización eficiente de la utilización de los nutrientes de los alimentos balanceados mediante la formulación de granulados cada vez mejores, así como la implementación de prácticas adecuadas de manejo del alimento (Martínez-Córdova, 2008).

Las mejores prácticas de alimentación son las que proporcionan la cantidad calidad adecuadas de alimento a los organismos, para lograr el máximo rendimiento, con el menor costo, tanto económico como ecológico (Amaral, 2003);En sistemas de cultivo semi -intensivos, gran parte de la nutrición de los camarones depende del alimento natural que crece en los estanques (Martínez-Córdova, 2008), sin embargo se dificulta mantener una adecuada biomasa de estos organismos, durante todo el período de cultivo, para que puedan representar una contribución significativa a la nutrición de los mismos, por lo que se requiere suministrar alimento formulado en dependencia de la fase del cultivo.Las prácticas de alimentación han evolucionado recientemente, respecto a los sistemas de dosificación tradicional al boleó, por el empleo de

comederos testigos o cómo única forma de alimentación, no obstante es conveniente establecer los niveles máximos adecuados de dosificación en el engorde aun cuando se empleen comederos testigos(Tacon, 2004).

4.8.1. Alimentación con Comederos.

La bandeja de alimentación es un instrumento que se utiliza ampliamente para la supervisión del alimento en los estanques de camarón. Existen varios factores que determinan el uso correcto de las bandejas. El uso de bandejas de alimentación para estimar la cantidad de alimento consumido por el camarón es aceptado en las prácticas normales de cultivo intensivo. Al fin de que las bandejas cubran la necesidad del estanque, la cantidad de alimento a colocar en ella debe ser similar a la cantidad de alimento suministrada en el estanque en general. Sin embargo si el alimento de la bandeja es consumido completo y rápidamente, el productor no tendrá la oportunidad de determinar el patrón de alimento consumido en el estanque. La colocación de alimento en exceso en las bandejas nos brinda la oportunidad de determinar la tasa de consumo por medio del sobrante.

Los comederos, permiten monitorear cada cierto tiempo el consumo de alimento y ajustar su cantidad diaria de la distribución del estanque día tras día, sí está siendo consumido por los camarones bajo cualquier circunstancia y durante todo el ciclo de cultivo proporcionando además un mejor control sobre la población de camarones cultivados (estado biológico, detección temprana de enfermedades biomasa). Es 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. (Herrera y Martínez, 2009).

4.8.2. Descripción Alimentación con Comederos.

El comedero es un dispositivo diseñado para contener alimento, su tamaño puede variar entre 50 y 80 cm de diámetro, debiendo permitir el fácil y completo acceso de los camarones.

Cada comedero debe reunir ciertas características básicas que permitan su adecuado manejo, entre los principales tenemos: Maniobrabilidad para una rápida medición del alimento sobrante y un peso adecuado que posibilite su monitoreo.

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

4.8.3. Manejo Alimentación con Comederos.

Es importante que el personal este entrenado para el uso e interpretación de comederos, sea conveniente llevar a cabo supervisión constante del personal especializado, para esto el personal debe de tener en cuenta que el alimento que se coloca en la bandeja debe hundirse rápidamente y este debe de descender despacio para que no se pierda el pellet. El personal tiene que estar pendiente del alimento para ver qué cantidad ha sido consumido y cualquier faltante y sobrante debe de ser corregido en el mismo horario en que puso el alimento. (Herrera Martínez, 2009).

4.8.4. Ventajas y Desventajas de la alimentación con comederos.

4.8.4.1. Ventajas.

Reducción de la necesidad de aireación y secados largos entre ciclos de cultivo mejora la calidad de agua disminuye el factor de conversión de alimento disminución del bombeo y ahorro de combustible supervisión constante del estanque y detección temprana de enfermedades, resultando en una menor mortalidad previene la sub y sobrealimentación, con sus consiguientes problemas disminución del tiempo de cultivo Mejoras en las evaluaciones de biomasa y una mejor eficiencia en la administración de alimentos medicados. Eliminación temprana de competidores y depredadores. Mantener al personal de campo constantemente involucrado con la piscina, el camarón y su nutrición. Mayor factor de conversión ayuda a mantener los estanques y efluentes limpios permite obtener mejor crecimiento. 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).

4.8.4.2. Desventajas.

El costo de inversión inicial un poco alta por la adquisición de los materiales requeridos para la fabricación de la charolas de alimentación. Es una actividad laboriosa por lo que se necesita un mayor número de trabajadores lo que eleva el costo de la mano de obra volviendo menos rentable el cultivo. Posible uso de los comederos como refugio para los crustáceos: cangrejos, jaibas y otros predadores de los camarones. Mayor uso de manufactura de los comederos e incremento de la supervisión logística del alimento. Competencia de los camarones para ingresar en los comederos. No siempre refleja el consumo de alimento por los camarones. Empobrecimiento en los estanques (Herrera y Martínez, 2009).

Todo productor sabe que el manejo del alimento implica cualquier método que mejor crecimiento y supervivencia, bajo factor de conversión y que cause el menor impacto ambiental. El manejo del alimento implica decidir sobre: Que tipo de alimento se va a usar cuando y cuanto se va a suministrar, y como se controlará el suministro para poder realizar un buen manejo.

Cuando se va a suministrar está dada por la actividad rítmica del camarón, la frecuencia y el tiempo de alimentación. Calcular cuánto se va a suministrar implica estimaciones de la tasa de supervivencia, tamaño de la población, distribución de pesos y biomasa. (Con muestreos poblacionales quincenales y/o de crecimientos semanales; así como, control apropiado de varios parámetros de la calidad del agua), (Clifford, 1990).

Tabla N°3. Alimentación para *Litopenaeusvannameien* porcentaje de la biomasa corporal.

Tamaño del camarón (gr)	% peso corporal
1	10.0
2	6.0
3	4.5
4	3.5
5	3.0
6	2.5
7	2.3
8	2.0

(Clifford, 1990)

4.9. Calidad del agua (Factores Físico Químicos).

4.9.1. Oxígeno Disuelto (OD).

De todos los parámetros, el oxígeno disuelto es verdaderamente el más importante. Usualmente es el único parámetro de calidad del agua que puede variar drásticamente en el transcurso de 12 horas y es el único parámetro que puede causar la masiva muerte del camarón. (Clifford, 1990)

El oxígeno disuelto es la variable más crítica para la calidad del agua en un estanque en cualquier fase del cultivo. Los acuicultores 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.

Es la variable más crítica especialmente en el sistema intensivo, donde la disponibilidad del agua no es muy alta y no se dispone de aireadores. La pérdida de oxígeno ocurre principalmente por la respiración de todos los organismos aeróbicos del estanque y la

producción se hace por las algas en el momento de la fotosíntesis. El intervalo óptimo es entre 3 mg/L a 8 mg/L. (Herrera, 2012)

Las mediciones hechas al amanecer y al atardecer normalmente proveerán información sobre los extremos diarios. Las concentraciones críticas de oxígeno disuelto usualmente ocurren en la noche y con frecuencia es deseable realizarlas en estanques con Bloom densos de fitoplancton.

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. Lo ideal es tomar muestras a 5 cm arriba del fondo.

Por otro lado, los niveles de Oxígeno Disuelto por la tarde se comportan de manera ascendente esto debido a la gran cantidad de fotosíntesis realizada por el fitoplancton presente en el agua, la calidad de agua va disminuyendo a lo largo del tiempo, el estanque se va tornando de autótrofo a heterótrofo (Martínez, 1999)

Los sistemas de acuicultura poseen cuatro fuentes principales de oxígeno:

- 1.- Fitoplancton y plantas acuáticas (fotosíntesis)
- 2.- Oxígeno atmosférico (difusión)
- 3.- Oxígeno en el agua entrante (renovación de agua)
- 4.- Oxígeno a partir de los aireadores mecánicos.

El oxígeno puede ser perdido o consumido por:

- 1.-La respiración biológica (camarones, peces) (5%)
- 2.-Respiración del sedimento (Oxidación química) (50 -55%)
- 3.-Respiración por fitoplancton (40 - 45 %)

4.- Difusión atmosférica

5.- Efluentes (boyd, 1990).

Tabla N°4. Principio general del manejo del Oxígeno Disuelto en estanques Camaroneros.

1	Oxígeno muy bajo cualquier hora del día y de la noche		Aumentar la renovación enseguida con más entradas y salidas.
	Menor a 3 mg/l	A	No alimentar
		B	No fertilizar
2	Oxígeno bajo en la tarde, menor de 3 mg/	A	No hay suficientes algas y prever una Fertilización
		B	Hubo una mortalidad muy grande de algas cuya degradación en el fondo va a disminuir oxígeno. Hacer un cambio fuerte de agua en la noche y el día siguiente
3	Oxígeno alto en la tarde, mayor de 12 mg/l		Aumentar la renovación porque hay demasiadas algas que van a consumir todo el oxígeno en la noche

(Herrera, 2009)

La solubilidad del oxígeno en el agua depende de la T °C, de la presión atmosférica y de la salinidad, como sigue:

- Cuando la T °C sube, la solubilidad del O₂ baja.
- Cuando la presión atmosférica baja, la solubilidad del O₂ baja.
- Cuando la salinidad sube, la solubilidad del O₂ baja. (boyd, 1990).

4.9.2. Temperatura.

La temperatura es una magnitud que refleja el nivel térmico de un cuerpo (su capacidad para ceder energía calorífica) y el calor es la energía que pierde o gana en ciertos procesos (es un flujo de energía entre dos cuerpos que están a diferentes temperaturas). La temperatura es un factor abiótico que regula los procesos vitales para los organismos vivos, así como también afecta las propiedades químicas y físicas de otros factores abióticos en un ecosistema. Los peces y crustáceos son poikilotérmicos (temperatura del medio interno es fluctuante) y su temperatura está controlada por el ambiente; que varía diario y estacionalmente. (Herrera, 2009)

La tasa de procesos bioquímicos está controlada por la tasa de consumos de O_2 ley de Van Hoff que expresa: “un aumento de $10^{\circ}C$ en temperatura provoca velocidad de reacción elevando de dos a tres veces más el consumo de O_2 ”. Entonces la necesidad de oxígeno disuelto del camarón y de los demás órganos aeróbicos del estanque es mucho más crítica en agua caliente, que en agua más fría. (FAO, 2010) El consumo de O_2 decrece relativamente a medida que la temperatura va incrementándose. Una temperatura letal es alcanzable decreciendo totalmente el consumo de O_2 (boyd, 1990).

La temperatura del agua varía en pequeños intervalos durante el día debido a la elevada capacidad calorífica (es la energía necesaria para aumentar una unidad de temperatura) de la misma. En cuerpos de agua profundos las capas inferiores no presentan cambios significativos en la temperatura, las capas afectadas son las superficiales con variaciones de hasta $25^{\circ}C$. El proceso de descomposición de la materia se acelera al aumentar por encima de $25^{\circ}C$, es considerada para el cultivo. La temperatura afecta la solubilidad del oxígeno en el agua y su consumo por los organismos aumentando o disminuyendo su actividad biológica. Las especies de camarón de aguas cálidas crecen mejor a temperaturas entre $25^{\circ}C$ y $30^{\circ}C$. Los procesos biológicos como crecimiento y respiración se duplican, en general por cada $^{\circ}C$ que aumenta la temperatura, consume el doble de oxígeno disuelto. (Martínez, 2012)

El crecimiento y la respiración de otros organismos que comparten el estanque, así como las reacciones químicas en su agua y suelo se incrementan aumentando la

temperatura. Por ello los factores ambientales y en particular las variables de la calidad de agua, son más críticos conforme aumenta la temperatura. Estratificación térmica del agua es la disposición de la temperatura del agua en sus diversas capas, es decir, en la superficie, en el fondo y en la parte media. La termoclina es una capa dentro de un cuerpo de agua donde la temperatura cambia rápidamente con la profundidad, en cuerpos de agua como lagos, mares y pilas de cultivo, se produce estratificación de las capas de agua. Existen dos tipos de gradientes que causan la estratificación: los físicos, producidos por la temperatura; y los químicos, producidos por la diferente composición química de las aguas superficiales y profundas.

El calor penetra por la superficie del agua y calienta la capa superficial más rápido que la del fondo. Como la densidad del agua (peso por unidad de volumen) disminuye conforme aumenta su temperatura sobre los 4°C, la capa superficial puede ser tan caliente y ligera que no se mezcla con la más fría del fondo. Esta separación de las capas del agua se denomina estratificación termal. La estratificación tiene a menudo un patrón diario: durante el día la temperatura del agua aumenta y se forma una capa cálida, durante la noche la temperatura de la capa superficial disminuye a la misma que la del agua del fondo, por lo que las capas se mezclan. La separación del volumen de las aguas en un estanque relativamente profundo se divide en dos capas llamándose Estratificación termal, la capa superior caliente lleva el nombre de Epilimnio y la capa fría inferior Hipolimnio, la fina separación donde la temperatura cambia rápidamente entre el Epilimnio y el Hipolimnio se llama Termoclina (boyd, 1990) .

Los procesos biológicos como crecimiento y respiración se duplican, en general por cada °C que aumenta la temperatura, el consumo de oxígeno disuelto es más crítico a temperaturas cálidas que en las frías. (Herrera, 2009). La temperatura del agua afecta el desarrollo y crecimiento del camarón; aumentando el metabolismo al aumentar la temperatura del agua e influenciar sobre una serie de procesos biológicos. Cada especie de camarón tiene 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.

La Temperatura afecta la solubilidad del oxígeno en el agua y su consumo por los organismos aumentando o disminuyendo su actividad biológica. Las crías afectadas en agua caliente son más delicadas de controlar y ocurre frecuentemente una disminución importante de oxígeno que puede llevar a una mortalidad masiva. (Herrera, 2012). En los cultivos de camarón blanco *Litopenaeusvannameia* diferentes temperaturas, con una densidad de siembra de 20 Pls/m². Se observaron que en intervalos de temperatura de 26°C a 29°C, la tasa de crecimiento fue de 0.9 a 1.9 gr/semana, mientras que a intervalos de temperatura de 19 a 25 °C la tasa de crecimiento disminuía de 0.62 a 0.72 gr/semana (Robertson, et al., 1992).El estudio realizado en estanques de concreto en el Laboratorio de Investigaciones Marinas y Acuícolas (LIMA) (Martínez 2012), obtuvo datos que especifican que el valor óptimo de temperatura para que el camarón *Litopenaeusvannamei* crezcan mejor está entre 28 a 33 °C. (Martínez 2012.)

Tabla N° 5: Principios generales del manejo de temperatura en estanques camaroneros.

Nivel de temperatura	Grados °C	Acción a realizar
Temperatura alta	35 °C	Aumentar el intercambio de agua, aumentando el nivel del agua porque la temperatura del canal debe de ser más Baja
Temperatura baja	25°C	Bajar el nivel del agua, para aprovechar el calentamiento del agua por el sol
Estratificación		Trata de romper la estratificación moviendo el agua con la ayuda de un aireador de superficie, tratar de girar el agua con un motor

(Robertson, et al., 1992).

4.9.3. Salinidad.

La salinidad se define como la concentración total de iones disueltos en el agua y generalmente se expresa como partes por mil (ppm o ‰). Cada una de las especies acuáticas tiene un intervalo óptimo de salinidad para su reproducción y crecimiento. Los camarones cultivados son eurihalinos, esto es que soportan altas variaciones de salinidad. La salinidad óptima para el Litopenaeus vannamei es de 20 ‰. La salinidad es un parámetro que juega un papel importante en la fisiología del camarón. (Chien, 1992), menciona que los Taiwaneses varían la salinidad de 15 ‰ a 20 ‰ para estimular la muda y ganar crecimiento. Por otro lado, Boyd (1990), menciona que la salinidad óptima para el crecimiento del Litopenaeus vannamei es de entre 15 ‰ a 25 ‰ pero que esta especie puede tolerar salinidades de 0.5 ‰ por varias semanas.

Los intervalos de tolerancia de la salinidad para los camarones es muy amplia y pueden sobrevivir de 0 ‰ hasta 50 ‰, los organismos que soportan amplias fluctuaciones de salinidad se conocen como eurihalinos, sin embargo, el intervalo de crecimiento óptimo con un promedio de 15 a 25 ‰. Por otro lado, si el camarón puede vivir en agua con salinidades muy diferentes, él no puede soportar un cambio brusco dentro del rango de 0 a 70 ‰ (Herrera, 2009).

El estudio realizado en estanques de concreto en el Laboratorio de Investigaciones Marinas y Acuícolas (LIMA) (Martínez 2012), obtuvo datos que especifican que el valor óptimo de salinidad para que el camarón Litopenaeus vannamei crezca mejor está entre 10 a 40 ‰.

Tabla 6: Principios generales del manejo de salinidad de los estanques de cultivo

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

(Chien, 1992)

4.9.4. pH.

El término pH se refiere a las concentraciones de iones hidrógenos dentro del agua.

Generalmente el pH se refiere a al grado de acidez o basicidad del agua, este valor expresa las características básicas o acidas del agua. En términos químicos es el logaritmo negativo de la concentración del ion hidrogeno la escala varía entre 0 a 14. El pH óptimo para el crecimiento y salud del *Litopenaeus vannamei* está entre 6.5 y 9.0. La exposición a un pH extremo puede producir estrés y ser letal, pero lo más importante en la acuicultura son los efectos indirectos resultantes de las interacciones del pH con otras variables. El estudio realizado en estanques de concreto en el Laboratorio de Investigaciones Marinas y Acuícolas (LIMA) (Martínez 2012), obtuvo datos que especifican que el valor óptimo de pH para que el camarón *Litopenaeus vannamei* crezcan mejor está entre 6.5 a 9.

El pH es un parámetro muy importante a ser considerado en la acuicultura, el cual causa muchos fenómenos químicos y biológicos, especialmente sobre el metabolismo y procesos fisiológicos de peces, camarones y todos los organismos acuáticos. Se ha reportado que los puntos letales de acidez y alcalinidad son de pH 4 y pH 11, respectivamente. Aguas con valores de pH de 6,5 a 9,0 son las más adecuadas para la

producción de organismos acuáticos cultivables. En valores inferiores a 6,5 disminuyen los procesos reproductivos.

4.9.5 Parámetros Poblacionales: Crecimiento y Desarrollo de los Organismos de Cultivo.

4.9.6. El Crecimiento y Desarrollo de los Organismos.

Son procesos fisiológicos de enorme trascendencia práctica, ya que todo tipo de producción animal depende de ellos y su eficiencia determina gran parte del proceso productivo. Una alta velocidad de crecimiento está asociada no solamente al logro de un peso a una edad temprana, sino también a la aptitud para la reproducción precoz (lo que determina un incremento de la eficiencia productiva).

Tanto crecimiento como desarrollo son resultantes de una serie de cambio anatómico y fisiológicos complejos que ocurren en el organismo animal, y a través de los cuales se opera la transformación de una única célula en un animal adulto típico de la especie. Este proceso de transformación incluye una multiplicación de las células (hiperplasia), diferenciación, aumento del tamaño (hipertrofia) y formación de órganos y tejidos. (Martínez, 2012).

La división celular puede tener lugar sin aumento de protoplasma y su resultado es un mayor número de células más pequeñas. Por otra parte, el protoplasma puede sintetizarse sin división celular, en cuyo caso las células aumentan de tamaño. Es decir, que los cambios que sufre el organismo son de tipo cualitativo y cuantitativo.

Aunque algunos autores confunden ambos términos y los tratan como sinónimos, el crecimiento y el desarrollo son fenómenos separados, si bien se puede plantear alguna dificultad al definirlos

4.10. Factores que afectan el crecimiento y desarrollo.

El crecimiento y desarrollo de los animales se manifiesta como un aumento coordinado de las partes del organismo a intervalos definidos de tiempo, en forma característica para cada especie. Esta definición considera que el grado de crecimiento y desarrollo definidos para la edad adulta de cada especie, está sujeto a la herencia, variabilidad

individual y nutrición e implica que debe producirse un crecimiento y desarrollo completo y coordinado de todas y cada una de sus partes, fenómenos que requieren un gran número de procesos.

En camarones, las variaciones que se dan en el ambiente causan en la fisiología del animal un balance que puede ser positivo o negativo en períodos cortos. La influencia de los factores físico químicos como oxígeno disuelto, temperatura, salinidad, pH, nitritos, sulfatos, amonio, la intensidad lumínica, corrientes, entre otras pueden hacer efectos sobre el crecimiento. Así mismo factores genéticos, la alimentación. Las enfermedades, la calidad del agua, el manejo de los estanques, entre otros afectan el crecimiento. (Martínez, 2012).

En los crustáceos y especialmente en decápodos el crecimiento en longitud está íntimamente relacionado con la muda. Sin embargo cuando hablamos del crecimiento en peso esto no es igual. El peso incrementa según el balance ambiental y fisiológico de los organismos, si este es positivo el animal crece cada vez que su metabolismo garantiza acumulación de materia orgánica en forma de cuerpo. El crecimiento en estos artrópodos se vincula directamente al proceso de muda, ya que durante el ciclo de vida hay una sucesión de mudas (o ecdisis) separadas por intermudas, que son más frecuentes en las primeras etapas de la vida del animal y disminuyen o están totalmente ausentes en los adultos. En cada muda el viejo exoesqueleto es eliminado y tiene lugar un súbito incremento de tamaño como resultado de la absorción de agua, que ocurre antes de que el nuevo tegumento se endurezca por incorporación de sales de calcio que se concentran en la hemolinfa, y en algunas especies en los gastrolitos, glándulas digestivas u otros depósitos, durante el período de muda. Luego de ello, las dimensiones del animal permanecen aproximadamente constantes hasta la próxima muda (Martínez, 2012).

4.10.1. El Estudio de Crecimiento en Peso.

Es para estudiar el crecimiento de la población de camarones en los estanques sembrados, debe de empezar tres semanas después de haber sembrado. Una vez que empiecen los muestreos de crecimiento, estos deben de ser continuados semanalmente. Para obtener las muestras la lancha debe de desplazarse por todas

partes del estanque. Cada parte del estanque debe de ser representada en el muestreo, se debe de hacer los suficientes lanzamientos de la atarraya, hasta obtener 100 camarones como muestra. La muestra debe de ser pesada en una balanza gramera. De esto es necesario sacar una relación peso – longitud, para conocer el comportamiento biométrico a lo largo del ciclo de producción, en muchas granjas esta relación no es establecida. (Herrera, 2012), Una alta velocidad de crecimiento está asociada no solamente al logro de un peso a una edad temprana, sino también a la aptitud para la reproducción precoz (lo que determina un incremento de la eficiencia productiva). (Martínez, 2012).

4.10.2Crecimiento Acumulado.

Representa el peso ganado por cada organismos, en otras palabras a través de la alimentación se obtiene energía y masa, lo que le permite aumentar tamaño y a la vez peso. El crecimiento acumulado se obtiene a través de los muestreos realizados semanalmente, obteniendo primeramente una muestra de la población de camarones sembrada en el estanque, para obtener el peso promedio de la población, dividiendo el peso obtenido de la muestra entre la cantidad de individuos muestreados. Conociendo el peso promedio de la población de camarones sembrados en el estanque podemos ajustarlo con una tabla de alimentación al suministro de alimentación del estanque. (Herrera, 2010).

4.10.3.Ritmo de Crecimiento.

Los camarones en sistemas artesanales crecen a un ritmo promedio de 0.5 a 07 gramos por semana. En sistemas de producción semi intensivo su ritmo de crecimiento puede ser alrededor de 1 gr por semana en invierno y de 0.7 gr en verano. En sistemas con aireación el crecimiento esperado puede andar entre 1.5 a 1.8 gr por semana, según la capacidad de carga del estanque. (Martínez, 2012).

En la etapa de postlarvas los ritmos de crecimiento de los camarones son menores de 1 gr, sin embargo, el crecimiento proporcional al peso de su cuerpo es excepcional, hay días que crece hasta cinco veces su peso. (Martínez, 2012).

4.10.4 Tasa de Crecimiento Acumulado.

La tasa de crecimiento es una poderosa herramienta que sirve como indicador del estado de la población de camarón dentro de un estanque, que representa la velocidad de crecimiento en relación al tiempo (edad). 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. (Martínez, 2012)

La tasa de crecimiento de las post larvas son altas comparadas con camarones que tienen más de 25 semanas en crecimiento, es decir que la curva de tasa de crecimiento baja con el tiempo. Esto es demostrado en términos sencillos diciendo que la velocidad con que crecen las post larvas es mayor que las que crecen los juveniles y estos a su vez son mayores a las que crecen los pre –adultos. (Martínez, 2012), Se consideran que tasas de crecimiento de 1.5-2.0 gr/semana, son bastante excepcionales; pero no difíciles de alcanzar. Esta tasa se logra en los primeros 30 a 60 días después de haber transferido los juveniles desde el estanque de pre–cría hacia el de engorde. Luego de ese periodo, se logran tasas de crecimiento de 1.0 a 1.2 gr/semana hasta llegar a la talla de cosecha.

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

4.11. Muestreo de la Población.

Los muestreos de crecimiento y población deberán realizarse con dos objetivos fundamentales. Uno para determinar el peso promedio de la población y densidad y el segundo es de estar en contacto directo con los camarones y hacer una evaluación objetiva de su condición, basada en la observación de los camarones. Los muestreos de peso pueden hacerse en cualquier día de una luna a otra solamente debe saberse de que una semana después de cada luna se incrementa la muda de los camarones en los estanques. Es por ello, que los muestreos de población solamente deben hacerse entre el día de la luna y 4 días después (lo que llamamos de la 4ta a la 7ma repunta).

Después de este período los camarones tienen un comportamiento de agregarse, es decir, que se amontonan y andan agrupados en los estanques hasta la primera repunta. (Herrera 2012).

4.11.1. Manejo de Datos de Población.

El estudio de la población en un estanque camaronero, se realiza para conocer la sobrevivencia del estanque así como su biomasa. Para calcular la población, biomasa y sobrevivencia se procede como sigue:

1. Se determina el área de la atarraya teórica. $A = \pi r^2$ El radio se mide con la atarraya extendida. El área de la atarraya real se calcula a partir del área teórica multiplicado por un factor de corrección que está determinado por: a.- Viento imperante, b.- La eficiencia del hombre que tira la atarraya en abrirla en 100%, c.- Profundidad del Estanque, d.- Peso de la atarraya que causa cansancio al atarrayador, entre otros. El factor de corrección de la atarraya trata de corregir la eficiencia de la atarraya al momento de caer al fondo del estanque. (Herrera 2012).

2. Se realizan de 3 a 5 lances por hectárea y se promedia el número de camarones entre el número de lances y se obtiene individuos por lance

3. Se obtiene un número de camarones por m^2 , para ello se debe de tomarse en cuenta el factor de corrección de la atarraya.

4. Se aplica el factor de corrección. Cada granja camaronera y cada estanque tienen un factor de corrección en particular. Este factor corrige el cálculo del número de camarones que se encuentran al momento de caer la atarraya abierta 100 % en la superficie del estanque y los camarones que se encuentran en ese instante en el fondo del estanque en el área donde caerá la atarraya. Algunos utilizan el factor de 0.45 y otros el factor de 0.650. Debe de mencionarse que algunos técnicos usan el factor de corrección de la atarraya a la inversa, es decir, en vez de compensar el escape de los camarones, corrigen la reducción del área de la atarraya.

Debemos tener claro, que no hay un método 100 % confiable y depende mucho de la experiencia del técnico responsable de la granja. Uno de los parámetros más

importantes en el estudio de la dinámica de las poblaciones de animales sometidos a explotación, es el crecimiento. En el caso particular de los crustáceos el crecimiento se observa como un proceso discontinuo que ocurre por saltos, debido a que el exoesqueleto o caparazón rígido que lo recubre no permite que el aumento en largo o peso se manifieste en forma continua. El crecimiento de los crustáceos se advierte, entonces, como un incremento de talla, peso y forma casi instantáneos y ocurre cuando se produce la muda, exuviación o ecdisis, que implica el abandono y degradación del viejo exoesqueleto y síntesis de nuevos tejidos. Todo el mecanismo de muda está regido por un complejo sistema endocrino y la ecdisis no puede considerarse como un evento aislado, sino como una etapa más de un ciclo continuo de actividad metabólica, regulado por procesos hormonales. (Herrera, 2012)

4.12. Factor De Conversión Alimenticia (F.C.A).

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

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

Según Herrera (1999), el factor de conversión alimenticia es un indicador de la asimilación del alimento por parte de los camarones, un valor menor de 1.5 de FCA es recomendable puesto que se necesita más de una 1.5 libras de alimento para que el camarón incremente 1lbs. Tasa o factor de conversión alimenticia en el cultivo de camarón, La comparación de la cantidad de alimento abastecido y el crecimiento del camarón permite que sea calculado la tasa o factor de conversión alimenticia (T.C.A o FCA). La T.C.A o FCA es una medida del peso del camarón producido por kg.de alimento abastecido. (Herrera, 2009). Los factores de conversión alimenticia fluctúan entre 1,4 y 1,8:1, en sistemas intensivos (Lightner, 1990). La comparación de la cantidad de alimento abastecido y el crecimiento del camarón permite que sea

calculado la tasa o factor de conversión alimenticia (T.C.A). La T.C.A es una medida del peso del camarón producido por kg de alimento abastecido. La T.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: La T.C.A. o FCA varía dependiendo de la densidad de siembra, calidad del alimento y tamaño del camarón cosechado. También el factor o T.C.A o FCA 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.

Asumiendo que al alimentar con comederos y empleando métodos de muestreo acertados, hallamos que la T.C.A. semanal es alta, esto nos indicaría crecimiento lentos o subalimentación; mientras que una T.C.A. baja, indica que el camarón está haciendo buen uso del alimento. La T.C.A. varía durante el ciclo de producción y entre las poblaciones, pero es una guía muy buena y debería ser entre 0.6-1.0 en camarones de hasta 10 gramos de peso y entre 1.0 y 1.3 para tallas mayores. Idealmente la T.C.A. no debe ser mayor de 1.5. En años pasados, alimentando al boleado y con densidades de siembra de 5-10 ind/m² se obtenían valores de conversión de 2.5-3.0, donde gran parte del alimento no consumido era mal utilizado como fertilizante.

Actualmente, en nuestro medio con el uso de comederos, estos valores pueden llegar a ser menores (1.1-1.3) inclusive con densidades de 40 ind/m². Las mejores sugerencias

que se pueden alcanzar a los jefes de producción para mejorar la T.C.A. es incrementar el número de comederos, aumentar el número de dosis diarias de alimento y si es posible entregando en porcentajes teniendo en cuenta la actividad del camarón (menor cantidad de alimento en el día que durante la tarde o noche); mejor preparación y manejo del fondo y agua de los estanques para estimular el desarrollo de la productividad primaria.

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. (Martínez, 2012), Una alta velocidad de crecimiento está asociada no solamente al logro de un peso a una edad temprana, sino también a la aptitud para la reproducción precoz (lo que determina un incremento de la eficiencia productiva). (Martínez, 2012).

4.12.1.Sobrevivencia.

Se realizan cierta cantidad de lances por pila utilizando una atarraya, se cuentan el total de los individuos capturados. Se calcula el promedio de camarones capturados por lance. El área de la atarraya es corregida con un factor de 0.6 según la profundidad del estanque. El área de la atarraya corregida captura el promedio de individuos por lance, luego se calcula cuantos individuos existen en un metro cuadrado por regla de tres. (Martínez, 2009)

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

4.12.2.Rendimiento Productivo.

El rendimiento productivo se estima al final del ciclo productivo, no es más que la cantidad de libras de camarón cosechado, de ahí se calcula su talla y sobrevivencia. (Martínez, 2009).

El rendimiento productivo es el resultado total de una producción, en el cultivo de Litopenaeus vannamei se expresa en libras por hectárea.

En los sistemas semi-intensivos, los productores toman un peso promedio final de la cosecha, el cual se determina en libras por hectárea para conocer cuál fue su rendimiento productivo, ya que por lo general, los productores de sistemas semi-intensivos siembran en estanques que miden entre tres y cinco hectáreas.

Los rendimientos de la producción en estanques semi-intensivos varían entre 500 y 2000 kg/ha/cosecha, con dos cosechas por año. (Herrera, 2012).

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

4.13. Buenas Prácticas Para la Alimentación Acuícola.

La nutrición del camarón está basada en alimentos artificiales suministrados por el granjero y, por una importante variedad de organismos (algas, pequeños invertebrados bentónicos, etc.) y detritos orgánicos, que son parte de la productividad natural y del ambiente marino. Los nutrientes en el alimento manufacturado que no son convertidos en carne de camarón como es el caso de la sobrealimentación, aporte de “finos” (desintegración de pellets por transporte y manipulación inadecuados) y los contenidos en las heces, entran al agua y fertilizan el estanque.

Por otro lado se debe tomar en cuenta el origen de harina y aceite de pescado utilizados en los alimentos artificiales dentro de la granja. La harina y aceite de pescado utilizado en los alimentos de camarón cultivado, deben proceder de cardúmenes con un manejo pesquero adecuado y sostenible; de ser posible depesquerías certificadas. Como alternativa, se propone para la producción de harina y aceite de pescado, el uso de los descartes y desperdicios de pescado provenientes de plantas de proceso y de la Fauna de Acompañamiento de las pesquerías de arrastre. Otra fuente de harina y aceite de pescado son los desperdicios de la misma industria acuícola (López, 2012).

No es recomendable almacenar alimento en la granja más de tres meses, así como tampoco utilizarlo para alimentar a los camarones, debido a la pérdida de su calidad nutricional y a los riesgos microbiológicos inherentes. Esto implica que los depósitos de almacenamiento reúnan las condiciones mínimas que garanticen el mantenimiento de la calidad del alimento, así como el funcionamiento de un sistema inventario separando y registrando la llegada de cada lote de alimento, así como la salida de los mismos según la fecha de llegada. El primero en llegar debe ser el primero en salir.

El alimento para los camarones debe estar en óptimas condiciones; todo alimento contaminado con hongos (enmohecido) que se detecte en el depósito de la granja, debe ser retirado y destruido. En caso de que la contaminación se encuentre en alimento que está siendo descargado en la granja, debe suspenderse esta labor y devolverse a la fábrica en su totalidad de inmediato (López, 2012).

El suministro de alimento para camarones, debe ser racional, medido y bajo una buena distribución, para evitar el deterioro de las condiciones físico-químicas y microbiológicas del agua y del fondo del estanque. Esto conduciría a pérdidas económicas para la empresa y a un impacto importante al ambiente. La calidad del alimento es importante para asegurar la salud y el crecimiento de los camarones; los pellets de alimento deben mantener su forma y consistencia (hidroestabilidad) por lo menos un par de horas a partir del momento en que entran en contacto con el agua. Sin embargo, se ha reportado que la acción de las bacterias del medio (agua y fondo) sobre el alimento, afecta notablemente la palatabilidad, haciendo que sea difícilmente consumido por los camarones más allá de 60 a 120 minutos.

Además, el alimento peletizado que se desintegra rápidamente, no es consumido por el camarón convirtiéndose en una carga importante de materia orgánica y en un “fertilizante” costoso.

El alimento debe ser periódicamente evaluado por técnicos de la granja, para asegurar su calidad y evitar riesgos en su uso por deterioro físico o microbiológico. Se deben tomar muestras al azar de todos los embarques de alimento enviados a la granja y realizar inspecciones para determinar la presencia de humedad u hongos. Las muestras

de alimento deben ser enviadas periódicamente a laboratorios independientes conservando una contra-muestra, para la determinación de su composición nutricional y características físicas, permitiendo esto su comparación con los valores suministrados por el fabricante. De cada lote de alimento recibido en la granja, se debe mantener refrigerada una muestra de 1 kg hasta que se haya utilizado todo el lote, para ser usada en caso de reclamos o de análisis de laboratorio requeridos para pruebas especiales de calidad(López, 2012).

Fallas en la distribución del alimento en los bordes de los estanques, compromete en alto grado la calidad del alimento, cuando este queda expuesto a la intemperie y sometido a las lluvias y altas temperaturas por acción del sol. Así mismo, habrá pérdidas y contaminación por animales (domésticos o silvestres). Sumado a todo esto, la práctica de distribución diaria de alimento hacia el área de los estanques, implica una logística de vehículos y personal y, el deterioro de los caminos, principalmente en la estación lluviosa.

Se recomienda que las granjas implementen un programa de depósitos cerca de los estanques, con capacidad para abastecer la ración por un máximo de tres días. De esta manera, se libera la mano de obra y la flota de vehículos, disminuyendo el deterioro de los caminos. El manejo a granel del alimento desde la planta hasta el estanque puede ser una práctica con resultados económicos y ambientalmente positivos, al eliminar el uso de los sacos.

Se debe considerar durante los cálculos de las raciones diarias de alimento, que los camarones en estadios de pre-muda, muda y post-muda, disminuyen notablemente el consumo y, por consiguiente, la dosis diaria debe estar sujeta a la población que se encuentra en inter-muda, para evitar el desperdicio de parte de la ración. (López, 2012).

En el cultivo semi-intensivo, las tasas de alimentación son usualmente bajas y la fertilización por esta vía no debería ser un problema. Los problemas pueden ocurrir sin embargo, en casos en que los granjeros intensifican el cultivo. La sobrealimentación, pueden llevar a niveles abundantes de fitoplancton, zooplancton y microorganismos no

benéficos y a una alta demanda de oxígeno disuelto (OD) durante la noche. Esto ocurre como consecuencia de la respiración o procesos biológicos de estos organismos, así como por la oxidación de la materia orgánica. También se puede contaminar el fondo del estanque con alimento descompuesto y causar deterioro de la calidad del fondo y consecuentemente del agua.

El uso de tablas de alimentación ha sido uno de los métodos más utilizados para el control del suministro de alimento, basado en muestreos de crecimiento y de supervivencia para determinar la biomasa del estanque. De esta manera, se determina la cantidad de dieta artificial a ofrecer, considerando el peso individual del camarón y el porcentaje de la biomasa establecido en la tabla usada como guía. El uso de bandejas de alimentación es una buena herramienta que sirve de apoyo para estimar cuánto están consumiendo los camarones diariamente.

Para ello, su “lectura” e interpretación de los resultados debe ser hecha con responsabilidad y conocimiento por personal bien entrenado. El uso adecuado de las mismas, permitirá evitar la sub y sobrealimentación. Pueden ser utilizadas como testigo o se pueden utilizar al 100% (sólo bandejas) para la alimentación. Esta última práctica exige un gran despliegue logístico y de personal capacitado, lo cual se podría compensar con el ahorro en alimento, la optimización (pro- ambiental) de su uso y los eventuales beneficios en producción al tener agua con menor carga orgánica. La alimentación debe realizarse cuando la temperatura no sea baja (mín. 26°C) y las concentraciones de OD en el agua del estanque sean adecuadas (mín. 4.5 mg/L). Suministrar alimento con temperaturas bajas (disminuye el metabolismo del camarón) y/o con concentraciones bajas de OD, puede significar un desperdicio de la ración, porque los camarones en estas condiciones reducen el consumo de alimento. Adicionalmente, los procesos bioquímicos que sufre el alimento en el agua del estanque, consumen oxígeno y, por consiguiente, se agravaría el problema si se alimenta durante episodios de hipoxia. Si las concentraciones de OD son bajas durante un tiempo prolongado (días o semanas), las raciones diarias de alimentación son probablemente excesivas para la capacidad asimilativa de los camarones en dicho

estanque, por lo que es recomendable reducirlas o suspenderlas hasta normalizar la situación(Lightner, 1990). .

Como una medida prioritaria de las empresas cultivadoras de camarón, todo el personal involucrado en el proceso de clasificación, pesaje, distribución y suministro del alimento, debe ser supervisado por técnicos responsables para asegurar que las raciones diarias sean debidamente aplicadas. De igual manera, el número de personas destinadas a estas labores, debe ser suficiente para cumplir eficazmente con las jornadas diarias de alimentación.

Es deseable tener la mayor frecuencia de alimentación posible, lo cual dependerá de los aspectos económicos y sociales inherentes a cada granja(Lightner, 1990). .

4.13.1. Buenas Prácticas de manejo (BPM) para el Manejo del Alimento.

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

b) Utilizar alimento artificial proveniente de un establecimiento certificado, que tenga implementado un programa de aseguramiento de control de calidad e inocuidad (ej.: BPA, BPM y HACCP).

c) Los ingredientes del alimento deben ser de primera calidad (incluyendo los aglutinantes) y de fuentes conocidas y confiables.

d) El contenido nutricional de los alimentos de camarón debe ser el requerido por parte de la especie y estado del ciclo de vida de camarón. Esto para evitar el desperdicio del alimento.

e) La calidad del alimento se debe garantizar almacenándolo en lugares secos y frescos y por períodos cortos.

f) Las bodegas de almacenamiento de alimento deben contar con un programa de control de plagas, que sea diseñado, instalado y monitoreado por una empresa especializada y certificada.

g) El piso del almacén de alimento debe estar revestido de concreto y permitir un fácil lavado y limpieza; se sugiere colocar en el piso de concreto, parrillas de madera para garantizar que se mantenga seco el alimento. El cuarto del almacén debe contar con una adecuada circulación de aire para evitar el calor excesivo y pueda ser causa de deterioro del alimento.

h) Las estibas de alimento dentro de las bodegas de almacenamiento, deben proporcionar una distancia prudente entre los sacos y el piso, así como con las paredes, el techo y otras estibas vecinas (al menos 20 cm entre éstas), para permitir una adecuada ventilación.

i) Los sacos de alimento deben estar ordenados y estibados adecuadamente, con su respectiva identificación por tipo de alimento y lote y nunca debe estar mezclado en la misma bodega con otros insumos (ej:fertilizantes, cal, combustible, herramientas, desinfectantes, etc.).

j) En las bodegas debe llevarse un sistema estricto de registro para la entrada y salida de sacos de alimento, el cual es indispensable para el control interno de la empresa y para la rastreabilidad (trazabilidad) de cada lote.

k) Se debe tener cuidado con la manipulación y transporte de los sacos, para evitar la desintegración de los pellets y la producción de “finos”, que se convertirán en alimento no aprovechado por los camarones y en carga orgánica para el estanque.

l) El régimen alimenticio debe estar diseñado para que el camarón consuma la mayoría del alimento suministrado, evitando un exceso que contribuya a la reducción de la calidad del agua, acumulación de materia orgánica y deterioro del fondo del estanque.

m) La tasa de alimentación debe ser calculada con base en las curvas de alimentación teóricas y ser ajustada según:

- 1) El monitoreo del consumo diario,
- 2) Las características físico-químicas del agua del estanque y
- 3) La biomasa.

El uso de bandejas de alimentación permite el monitoreo del consumo del alimento y previene la sobrealimentación.

n) La ración de alimento debe suministrarse sólo cuando las concentraciones de OD en el agua del estanque, sean adecuadas para su suministro.

o) Se deben mantener registros de las cantidades de alimentación diaria por estanque y por ración, para poder calcular el factor de conversión alimenticia (FCA), lo que permitirá ser más eficientes con la alimentación y reducir la carga de residuos orgánicos en los estanques.

p) El uso de alimento medicado debe estar autorizado por las autoridades nacionales, ser sometido a registro detallado, estar debidamente etiquetado (información sobre la sustancias farmacológicamente activas) y estar dirigido al control de una enfermedad específica diagnosticada por personal calificado; se deben respetar los protocolos de uso y el tiempo de retiro.

q) El alimento debe ser periódicamente evaluado por técnicos para asegurar su calidad. Se deben tomar muestras al azar de todos los embarques de alimento enviados a la granja y realizar inspecciones para determinar la presencia de humedad u hongos. Las muestras de alimento para camarón deben ser enviadas periódicamente a laboratorios independientes para determinar su composición química aproximada y así compararlas con los valores dados por el fabricante.

r) No se debe utilizar alimento enmohecido para alimentar a los camarones y no es recomendable alimentar a los camarones con alimento que tenga más de tres meses de haber sido elaborado.

s) Todo alimento contaminado que se detecte en el depósito de la granja, debe ser destruido manipulándose con equipo de seguridad para evitar contaminación por micotoxinas. Si el alimento se detecta con hongos al momento del recibo en la granja, debe suspenderse su descarga y ser retornado de inmediato a la fábrica.

t) Los camarones pueden encontrar el alimento de manera más fácil si el alimento se distribuye de manera uniforme por todo el estanque. Esto también evitará la acumulación de alimento sin consumir en ciertas áreas.

u) Los alimentos no deben contener más nitrógeno y fósforo que los necesarios para los requerimientos del camarón. (López, 2012).

4.14. Comparación de Medias Estadísticas.

Cuando se desea comprobar si los valores de una característica que es posible cuantificar (como podría ser la edad o la cifra de tensión arterial, entre otras) difieren al agruparlas en dos o más grupos (por ejemplo según género, o por diagnóstico de hipertensión arterial) hablaremos de comparación de medias.

La comparación de medias en un sentido más general, abarca la comparación de los valores de una variable continua según los valores de una variable (o factor) que se puede resumir en dos o más categorías (como el ejemplo expuesto previamente) y que englobaríamos dentro de las pruebas para datos independientes, así como la comparación de los valores de una variable continua evaluada en dos o más momentos en el tiempo (por ejemplo comparar si hay diferencias entre la medición de la presión arterial realizada por la mañana o por la noche) y que englobaríamos dentro de las pruebas para datos apareados(López, 2012).

4.14.1. Comparar Medias.

Los procedimientos incluidos en el menú Comparar medias permiten el cálculo de medias y otros estadísticos, así como la comparación de medias para diferentes tipos de variables, mediante las pruebas t de Student y ANOVA. MEDIAS Mediante el procedimiento Medias pueden calcularse medias y otros estadísticos para variables dependientes dentro de las categorías de una o varias variables independientes. Además puede realizarse el análisis de la varianza para variables cualitativas de varias categorías. Por lo tanto las variables dependientes o variables resultado serán cuantitativas y las variables independientes, categóricas

Pueden seleccionarse varias variables dependientes, y también varias independientes de forma que los resultados irán mostrando los valores de las variables resultado para cada variable independiente por separado. Se puede realizar una estratificación por más de una variable independiente, seleccionando éstas e incluyéndolas en diferentes capas. De este modo el análisis se realizará estratificando por esas variables en el orden en que las hayamos puesto en las capas(López, 2012).

V.- MATERIALES Y MÉTODOS.

5.1 Localización.

Este estudio se llevó a cabo en las Instalaciones del Laboratorio de Investigaciones Marinas y Acuícolas (LIMA) de la UNAN-LEON, éstas instalaciones se encuentran ubicadas a 20 Km de la Ciudad de León. La Ciudad de León se comunica con Las Peñitas (Donde se ubica el LIMA) por medio de una carretera pavimentada.

Las Coordenadas UTM que localiza al Laboratorio son las siguientes P16, 496457mE y 1367324mN.



5.2 Diseño Experimental.

Este experimento consistió en comparar el efecto de dos diferentes tipos de frecuencias en la administración de dietas tomando en cuenta el peso del camarón blanco del pacífico. En los recipientes plásticos se introdujo 30 camarones en etapa post-larvas monitoreando en estos factores como: pH, salinidad, temperatura. Y cada 5 días, se realizó muestreo de población y peso de los organismos, los recipientes tuvieron aireación constante gracias a un: "blower" o soplador marca Baldor-industrial motor que por medio de manguerillas y piedras difusoras que garantizaron el suministro de aire al sistema.

5.3 Dispositivo Experimental.

La toma de agua se encuentra en la parte sur del Laboratorio de Investigaciones Marinas y Acuícola (LIMA), la cual se tomó mediante unas tuberías de 3 pulgadas y a 120 metros desde la toma de agua, esta se compone por una válvula de cheque que toma agua filtrada por 1 m de arena de espesor, hasta la estación de bombeo, el

modelo de la bomba JHHG-53 HL de 5 HP, el agua es bombeada hacia un reservorio.

El reservorio está dividido en dos partes, cada uno de ellos tiene una dimensiones de 11.35 metros de largo y 4.8 metros de ancho teniendo la capacidad de contener 53 m³ de agua ubicado en las instalaciones de LIMA. El agua se bombeo a las instalaciones del laboratorio mediante una bomba sumergible marca MODY SUMP PUMP modelo M100S/m serie SR#100894, ubicada en el reservorio de concreto y tubos de 2 Pulgadas de diámetro. Se utilizaron también para el experimento 6 tinas de capacidad de 200 litros cada una, un reservorio de capacidad de 1000 litros para almacenar agua, manguerillas de ¼ las cuales sirvieron para conectar la aireación a las tinas, un total de 6 piedras difusoras son utilizadas en el experimento. Se aplico alimento comercial BIOCAMARONINA

5.4 Aclimatación y Siembra.

Se obtuvieron camarones que fueron suministrados por la empresa CAMANICA S.A., la larva se encontraba en un post larva 14 al momento de la siembra, los organismos se contaron de uno en uno para verificar el número de individuos que conforman el tamaño poblacional inicial o densidad inicial de “siembra” que fue de 80 camarones/m². Los camarones se “sembraron” en 6 recipientes plásticos circulares con capacidad de 200 litros cada uno. Se realizo el proceso de aclimatación con el propósito de igualar la calidad del agua de los recipientes donde transportaron a las post-larvas con el agua de los recipientes plásticos que se utilizaron en el dispositivo experimental. Se determino la temperatura, oxígeno, salinidad, pH, de ambas aguas.

Para igualar estos factores se mezclaron ambas agua, en proporciones de 10% del volumen total del recipiente de traslado cada 5 min, la duración de la aclimatación fue de 20 minutos. Este procedimiento se realizo en baldes plásticos con capacidad de 20 litros. Los organismos se pesaron (haciendo un solo peso y dividiéndolo por el número de individuos) en una balanza gramera de marca Kern con capacidad de 500g. Luego se depositaron en los recipientes de los dispositivos experimentales. A partir del resultado de estos datos se empezó el control de peso y población, de los cuales se llevo el control en una bitácora.

5.5 Alimentación.

Se aplico alimento 12 y 6 veces por día en los dos sistemas de alimentación, con alimento comercial BIOCAMARONINA de 30% de proteína con una ración del 40% por la mañana, 60% por la tarde. La tasa de alimentación para cada recipiente plástico se ajusto semanalmente dependiendo de la cantidad de alimento no consumido. El alimento se aplico con el método de boleo.

5.6 Factores Físico-Químicos.

Se tomaron factores físico-químicos (pH, temperatura, salinidad y oxígeno disuelto) desde el momento de llenado de tinas hasta el final de la cosecha todos los días de la semana 2 veces al día. Estos se tomaron para evaluar el efecto de estos sobre el crecimiento de los camarones *Litopenaeus vannamei* en los dos sistemas de Alimentación.

5.6.1. Oxígeno Disuelto:

Se midió por medio de un Oxigenómetro Marca YSI DO 200 eco sense. El electrodo se introdujo a unos 15 cm del agua y se observó en la pantalla hasta que el número quedo fijo y no cambio, para poder calibrar el oxigenómetro se sumergió el electrodo en agua dulce e introduciendo la salinidad correspondiente para que pudiera dar un dato exacto; las mediciones del oxígeno disuelto se realizó a las 6 de la mañana y 6 de la tarde. Los datos registrados en la pantalla fueron anotados en un formato de campo o bitácora.

5.6.2. Temperatura:

La temperatura se midió por medio de un Oxigenómetro Marca YSI DO 200 eco sense. El electrodo se introdujo a unos 15 cm del agua y se observó en la pantalla hasta que el número quedó fijo y no cambio. Las mediciones de la temperatura se realizaron a las 6 de la mañana y 6 de la tarde. Los datos registrados en la pantalla fueron anotados en un formato de campo o bitácora.

5.6.3. Salinidad:

Se utilizó un refractómetro marca BIO-MARINE INC, Aqua-fauna Modelo: ABMTC Salinity de 0 a 100 ppm, para tomar la salinidad, este se calibró con agua dulce, luego se regulo con un tornillo de presión que se encuentra en la parte superior, posteriormente se observó a través del lente que el valor de salinidad estuviera en cero. Al momento de tomar los datos, en la pantalla se observó dos tipos de colores, el color azul que indicaba el nivel de salinidad del agua, el registro fue tomado a las 6 de la mañana y 6 de la tarde. Posteriormente fueron anotados los datos y se llevó un control de las variaciones de este factor.

5.6.4. pH:

Se midió con un aparato llamado pHmetro de marca pHep. By HANNA. H98108, este equipo se introdujo en la parte superficial de la columna de agua, el parámetro se tomó dos veces al día los siete días de la semana hasta que termino el ciclo. Este instrumento presenta en la parte inferior una sonda mediante la cual se realizó la toma de dicho parámetro (acidez o alcalinidad). Para su calibración la sonda de pH se sumergió en una solución buffer de pH 7 y permaneció en esta solución por algunos minutos para su estabilización. Usando el tornillo de ajuste/calibración, la unidad se calibró manualmente. Este fue medido dos veces al día 6 de la mañana y 6 de la tarde.

5.7 Parámetros Poblacionales

5.7.1. Ritmos de Crecimiento.

Para calcular el ritmo de crecimiento se procedió a hacer muestreos poblacionales cada semana, en la cual se tomaron el peso de los organismos. Para calcular el Ritmo de Crecimiento se utilizo la siguiente fórmula:

$$\text{Ritmo de crecimiento} = \text{Peso actual} - \text{Peso anterior.}$$

5.7.2. Tasa de Crecimiento.

Es la velocidad con que crece el camarón en función del tiempo, en una pila de engorde. $T.C = (\% \text{ día}) = \frac{(\text{Log de peso final} - \text{Log peso inicial}) \times 100}{\text{Tiempo}}$

Tiempo

5.7.3. Sobrevivencia.

Para calcular la sobrevivencia se procedió a dividir el número de camarones que quedaron al final entre el número de camarones sembrados multiplicado por cien, expresados en forma matemática:

$$Sv\% = \frac{\text{No de camarones vivos} \times 100}{\text{N}^\circ \text{ camarones sembrados}}$$

5.7.4. Rendimiento productivo.

Es la expresión de la biomasa expresada como libras por ha. Es decir son todos los organismos cosechados al final del experimento expresadas por unidad de área o sea Hectárea.

5.7.5. Factor de Conversión Alimenticia.

El factor de conversión alimentario es una herramienta matemática que nos permitirá medir en forma simple la conversión del alimento suministrado en Biomasa corporal:

$$FCA = \frac{\text{Alimento suministrado (Kg)}}{\text{Peso acumulado (Kg)}}$$

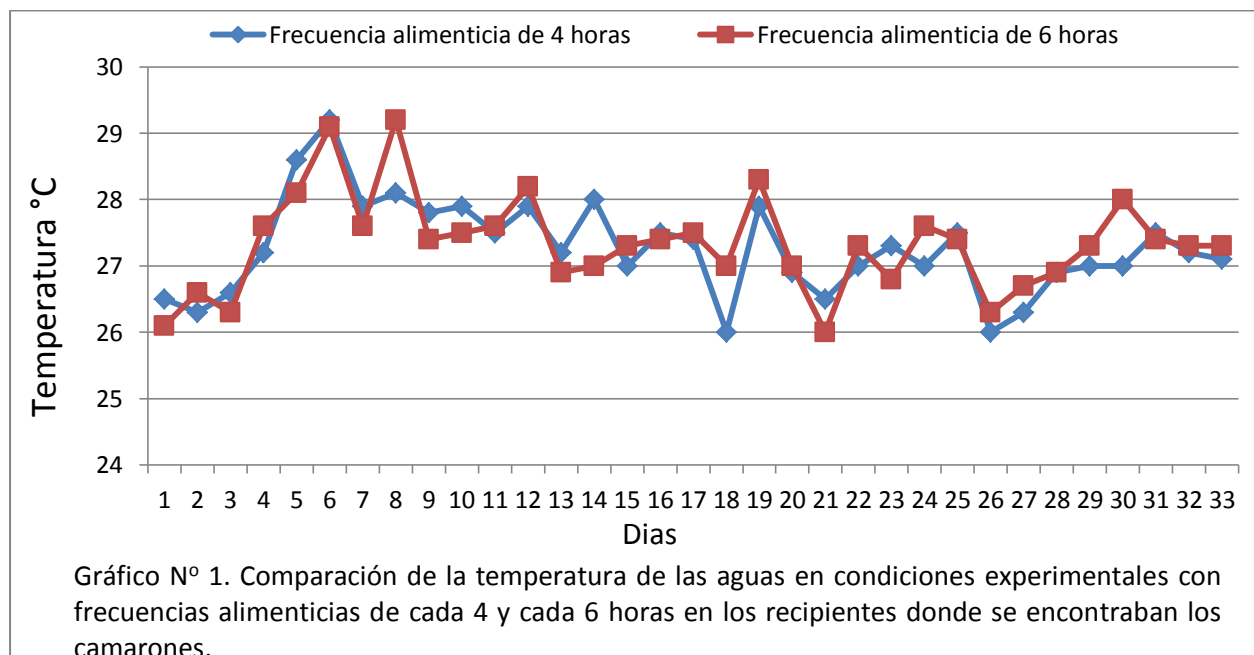
VI.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

6.1 Temperatura.

En el transcurso de este experimento se registraron temperaturas que oscilaban entre los 26°C a 29°C en los recipientes donde los camarones fueron alimentados cada 4 horas y al igual 26°C a 29.2 °C en los recipientes donde se alimentó cada 6 horas. Ver el grafico N°1.

Según Martínez, (2012), en Nicaragua los intervalos óptimos para el crecimiento normal del camarón *Litopenaeus vannamei* oscilan entre 28 y 33 °C.

Los datos registrados de temperatura durante el ciclo se encontraban ligeramente por debajo del intervalo óptimo establecidos por Martínez (2012), teniendo así como resultado una influencia de parte de la temperatura con el crecimiento de los camarones expuestos con ambos experimento las temperaturas la cual no afectó a los organismos. Las temperaturas de ambas condiciones experimentales fueron del mismo grupo de datos por lo que no hubo diferencia significativa ($P < 0,05$)

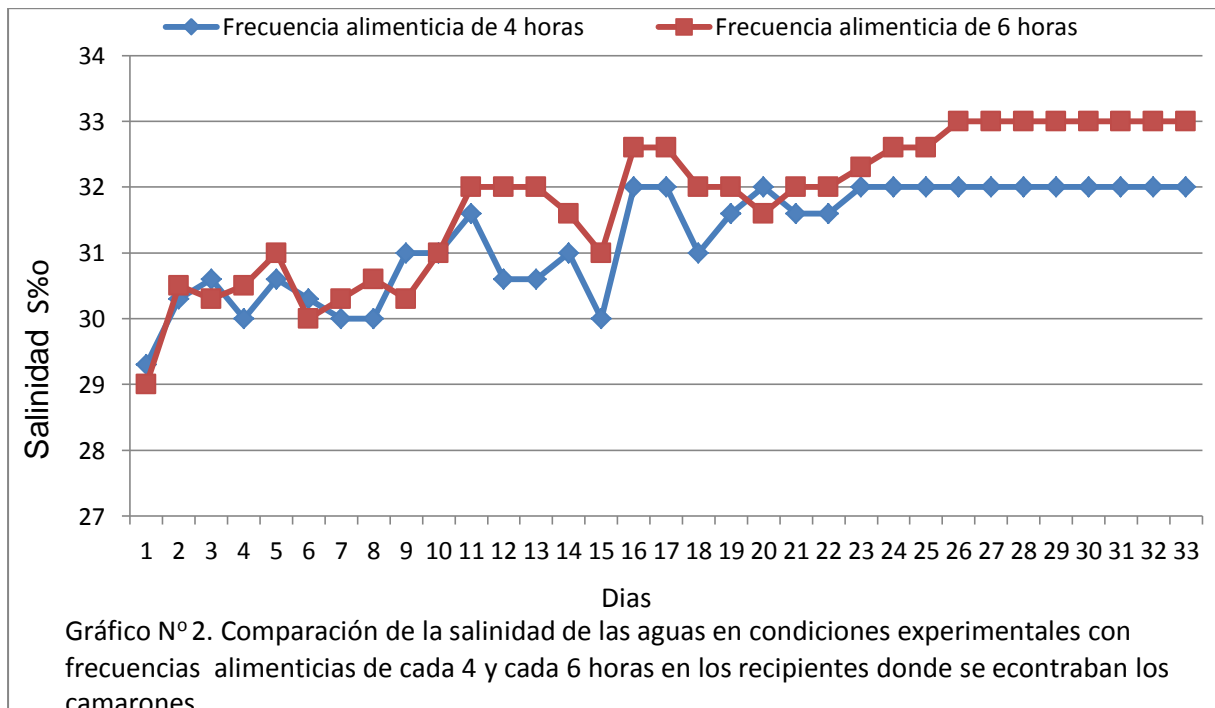


6.2 SALINIDAD.

En el transcurso de este experimento se registraron salinidades que oscilaban entre los 29 S‰ y 33 S‰. La salinidad en los recipientes donde se alimentó con frecuencias de cada 4 horas obtuvo punto bajo de 29 S‰ y el punto más alto fue de 32 S‰, en el caso donde se alimentó con frecuencias de cada 6 horas el punto más bajo fue de 29 S‰ y el punto más alto fue de 33 S‰. Ver el grafico N°2.

Boyd (1990), menciona que la salinidad óptima para el crecimiento del *Litopenaeus vannamei* es de entre 15 S‰ a 25 S‰. Martínez (2012), menciona que los organismos pueden tolerar salinidades entre 10 y 40 S‰, debido a que son organismos eurihalinos.

Los datos registrados de salinidad durante el ciclo se encontraban por debajo de los intervalos óptimos establecidos por Boyd (1990), teniendo así como resultado una influencia de parte de la salinidad con el crecimiento de los camarones expuestos con ambos experimentos la cual afecto de forma leve a los organismos en su crecimiento. Las salinidades de ambas condiciones experimentales fueron del mismo grupo de datos por lo que no hubo diferencia significativa ($P < 0,05$).

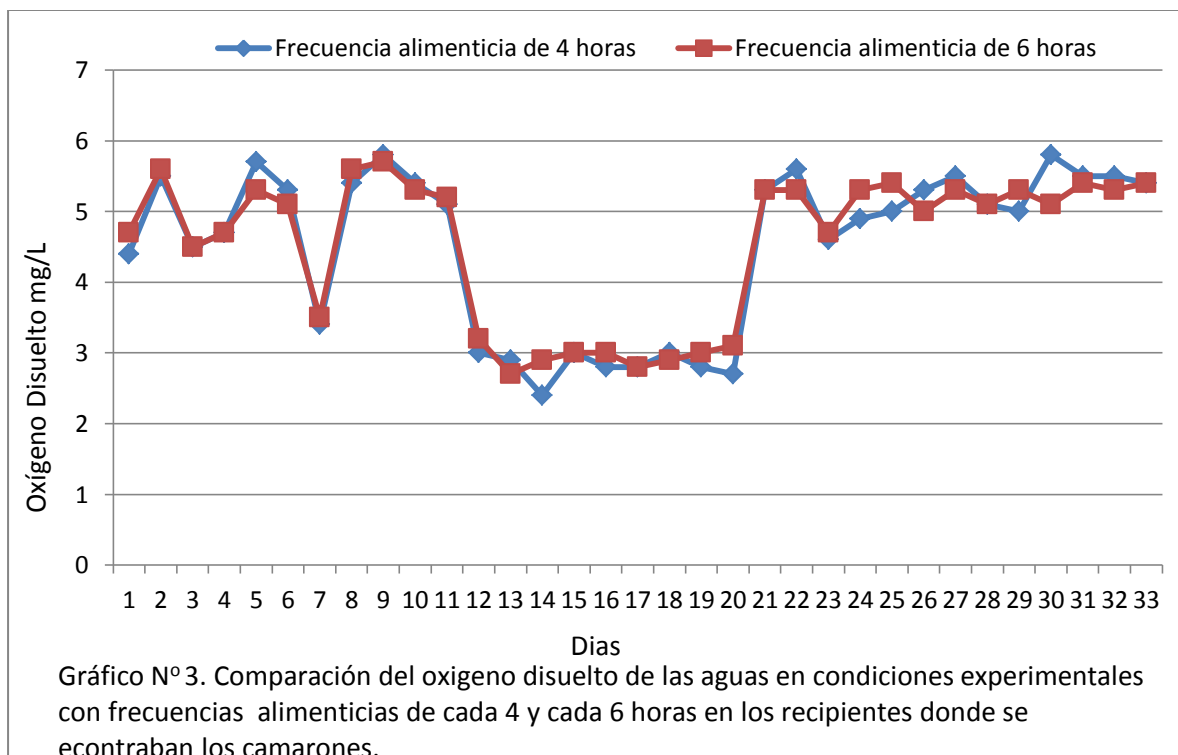


6.3 OXIGENO DISUELTO mg/L.

En el transcurso de este experimento los datos de oxígeno que se registraron en el experimento oscilaban entre los 2 mg/L y 6 mg/L, presentando en los recipientes donde fueron alimentados con frecuencias de cada 4 horas el punto bajo con 2.6 mg/L y el punto más alto siendo de 5.9 mg/L. con respecto a los recipientes que fueron alimentadas con frecuencias de cada 6 horas el punto más bajo fue de 2.8 mg/L y el más alto fue de 5.9 mg/L Ver el gráfico N°3.

Según Herrera, 2009, el intervalo óptimo para el buen crecimiento y desarrollo de los organismos en cultivo intensivo es entre 3 mg/L a 8 mg/L.

Los datos registrados de oxígeno disuelto durante el ciclo se encontraban por debajo de los intervalos óptimos establecidos por Herrera (2002), teniendo así como resultado una influencia de parte del oxígeno con el crecimiento de los camarones expuestos con ambos experimentos la cual afectó levemente al crecimiento de los organismos. Los datos de oxígeno de ambas condiciones experimentales fueron del mismo grupo de datos por lo que no hubo diferencia significativa ($P < 0,05$).

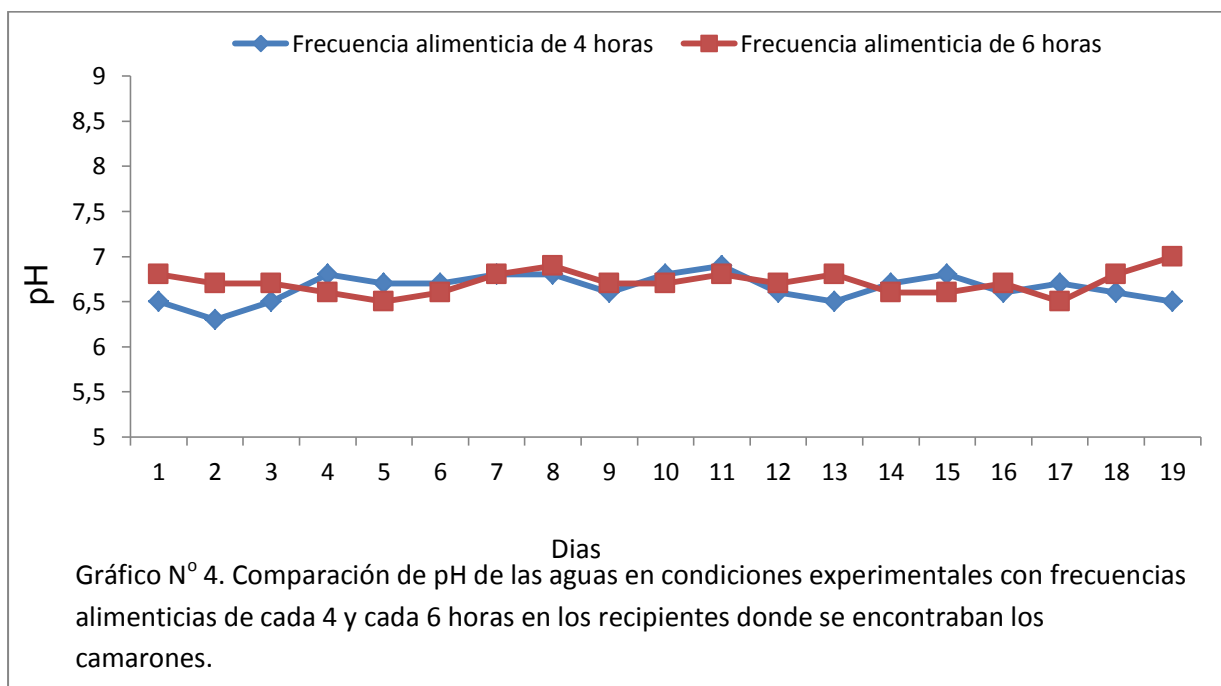


6.4 pH.

En el transcurso de nuestro experimento, el pH en el agua donde crecieron los camarones alimentados con frecuencia de 4 horas varió de 6.3 a 7 y donde se aplicó a frecuencia de 6 horas fue de 6.5 a 7. Demostrando los puntos críticos los cuales fueron para la frecuencia de 4 horas de 6.3 el más bajo y 6.8 el más alto. Con respecto a la frecuencia de 6 horas el punto más bajo de 6.5 y el más alto fue de 6.9. Ver el gráfico N°4.

Según Martínez (2012). El crecimiento óptimo del *Litopenaeus vannamei* con relación del pH viene a ser de 6.5 - 9.

Los datos registrados de pH durante el ciclo se encontraban dentro de los intervalos óptimos establecidos por Martínez (2012), teniendo así como resultado que encontramos una influencia de parte del pH con el crecimiento de los camarones expuestos con ambos experimentos en el cual no afectó el crecimiento de los organismos en estudio. Los datos de pH de ambas condiciones experimentales fueron del mismo grupo de datos por lo que no hubo diferencia significativa ($P < 0,05$).



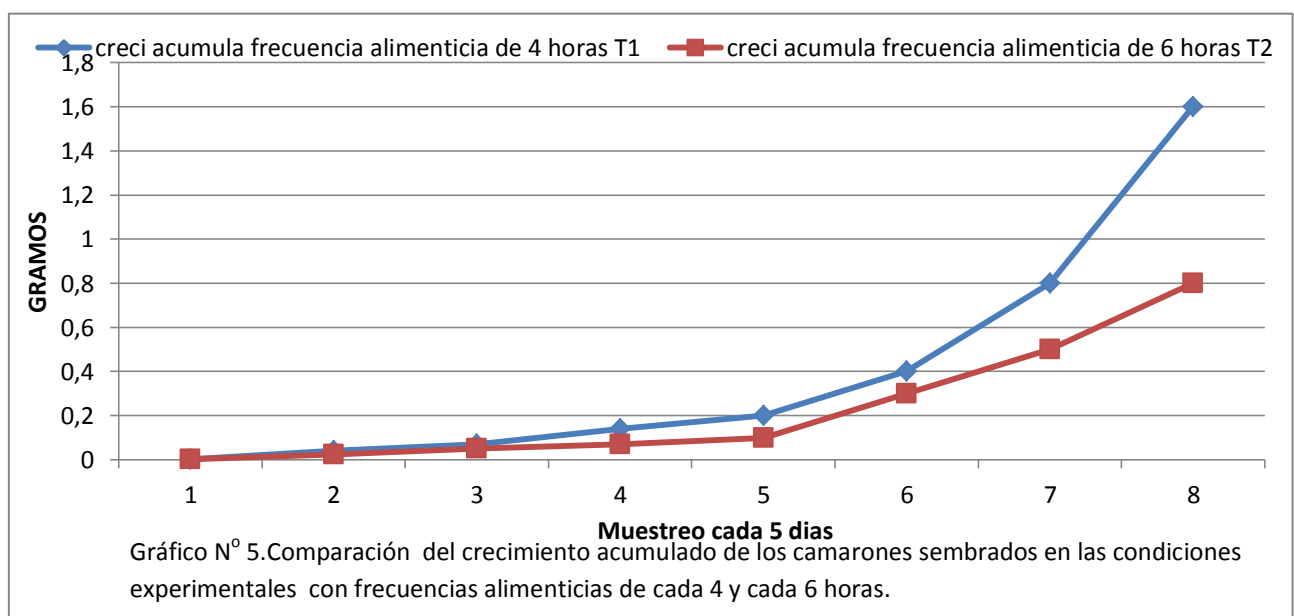
6.5 Crecimiento Acumulado.

Los camarones que se les suministró frecuencia alimenticia de cada 4 horas fueron sembrados con un peso promedio de 0.003g hasta que alcanzaron un peso de 1.6 g, a diferencia del que se alimentó con frecuencia de cada 6 horas, de igual forma sembrado a 0.003g los cuales llegaron a un peso promedio de 0.8 g, todo esto en un periodo de 33 días. Ver el grafico N°5.

Martínez, (2012), señala que los pesos acumulados esperados para camarones *Litopenaeus vannamei* en etapa de post larvas deben de crecer 2 g en 35 días.

El atraso en el crecimiento de los camarones alimentado con ambas frecuencias de 4 y 6 horas pudo deberse al problema que presentamos con el blower y la falta de aireación desde el inicio de la siembra pero que se intensificó prolongándose por 9 días seguidos empezando desde el 12 de Octubre hasta el 20 del mismo mes, lo que dio como resultado los datos de oxígeno menores de 3mg/L y por ende la suspensión del 50% de las frecuencias alimenticias, esto debido a que según (Herrera, 2009) se debe suspender el 50 % de la ración con datos de oxígeno menores de 3mg/L provocando con esto un atraso en su crecimiento según Aquatic, (2004), El alimento es uno de los principales limitantes del crecimiento

Los datos de crecimiento acumulado de ambas condiciones experimentales fueron de diferentes grupos de datos por lo que hubo diferencia significativa entre ellos ($P < 0,05$)



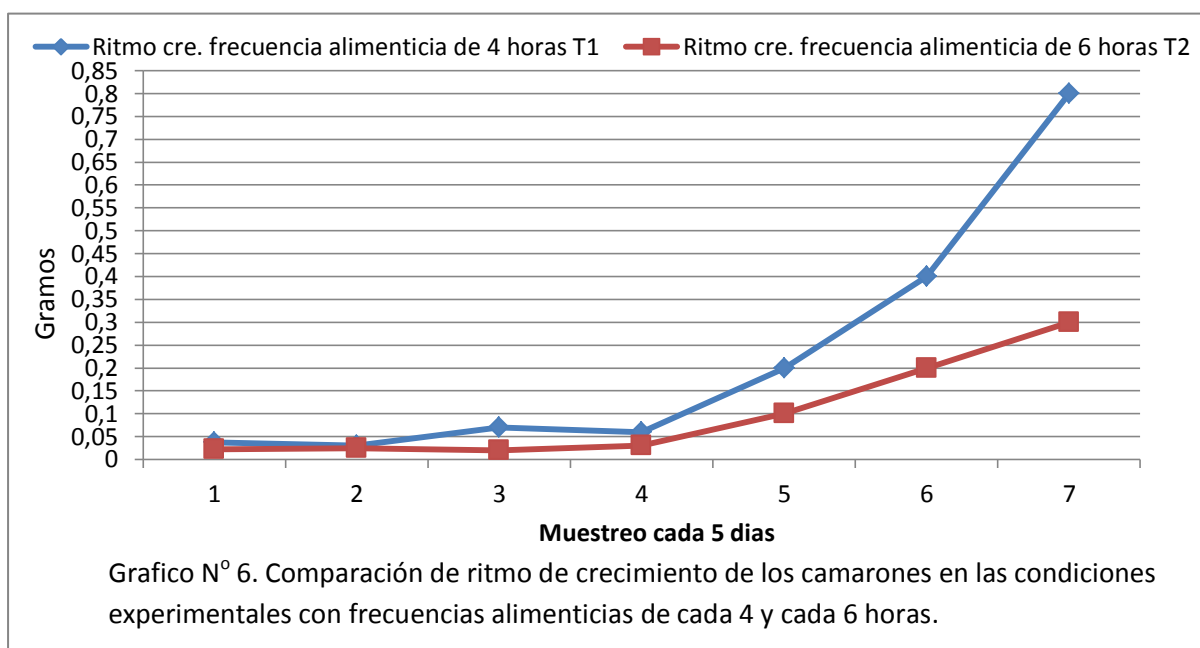
6.6. Ritmo de Crecimiento.

Los organismos alimentados con frecuencias alimenticias de cada 4 horas alcanzó su máximo Ritmo de crecimiento entre las semana 6 a 7, alcanzando 0.80 g y los organismos alimentados con frecuencias de cada 6 horas tuvieron su máximo Ritmo de Crecimiento entre la semana 6 a 7, alcanzando 0.3 g. Ver el grafico N°6.

Según Martínez, (2012), sobre el estudio de crecimiento de camarones marinos en etapa de post larva para el ritmo de crecimiento para esas semanas debería de ser de 0.55 y 0.80g por semana.

Por lo cual, deducimos que un crecimiento de 0.8 g de los camarones alimentados con frecuencias de cada 4 horas estando entre las semanas 6 y 7 del ciclo productivo tomando un muestreo cada 5 días indica un crecimiento igual, por otro lado, un crecimiento de 0.3 g de los camarones alimentados con frecuencias de cada 6 horas, nos indica que es muy diferente del Ritmo esperado de 0.8 pero más cercano a 0.55

Los datos de Ritmo de Crecimiento de ambas condiciones experimentales fueron de diferentes grupos de datos por lo que hubo diferencia significativa entre ellos ($P < 0,05$). Tasa de crecimiento.



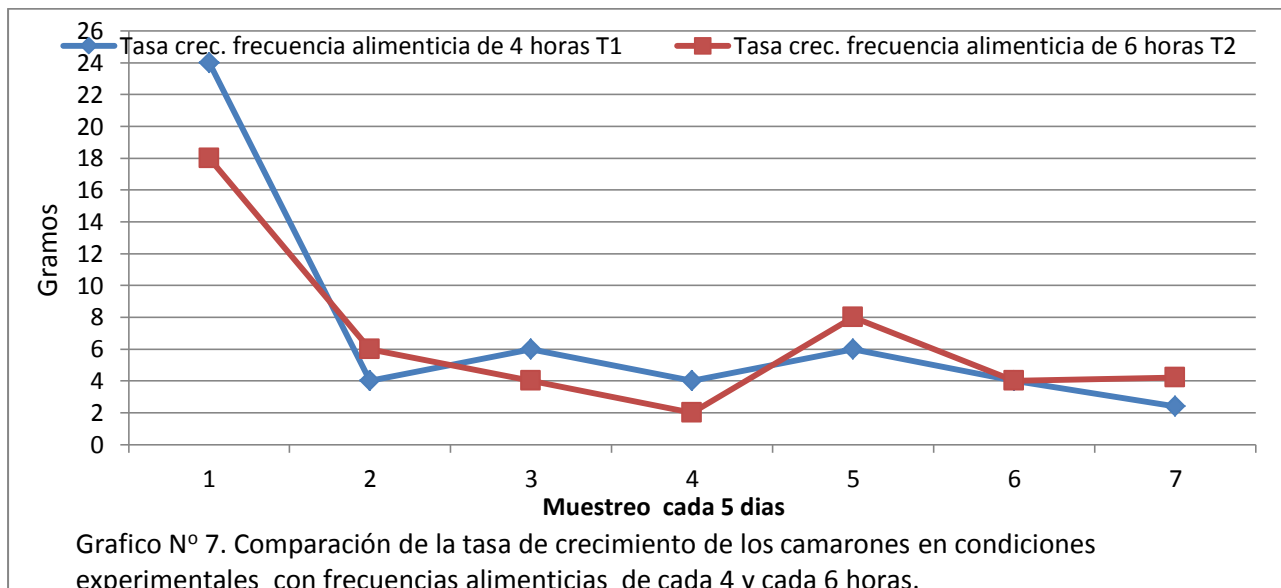
6.7. Tasa de crecimiento.

En el gráfico N° 7 se expresa la diferencia entre las tasas de crecimiento de los camarones expuesto a la frecuencia de alimentación de 4 horas y a la frecuencia de alimentación de 6 horas. En la semana 1 la tasa de crecimiento fue de 24 en la frecuencia alimenticia de 4 horas, mientras que en la frecuencia alimenticia de 6 horas fue de 18. En la última semana la tasa de crecimiento más rápida fue la frecuencia alimentándose cada 4 horas que fue de 2.4, el crecimiento para los camarones alimentados con la frecuencia de alimentación de 6 horas fue de 4.2.

Siendo más rápido el crecimiento para los camarones alimentados con la frecuencia alimenticia de 4 horas. Ver el gráfico N°7.

Según Martínez, (2012), señala que la tasa de crecimiento esperada para camarones *Litopenaeus vannamei* a 35 días en etapa de post larva debe de ser -4 gramos.

En este trabajo los valores más bajos corresponden a los camarones alimentados con la frecuencia alimenticia de 4 horas, y por lo tanto tuvieron mayor velocidad de crecimiento. Los datos tasa de crecimiento acumulado de ambas condiciones experimentales fueron de diferentes grupos de datos por lo que hubo diferencia significativa entre ellos ($P < 0,05$).



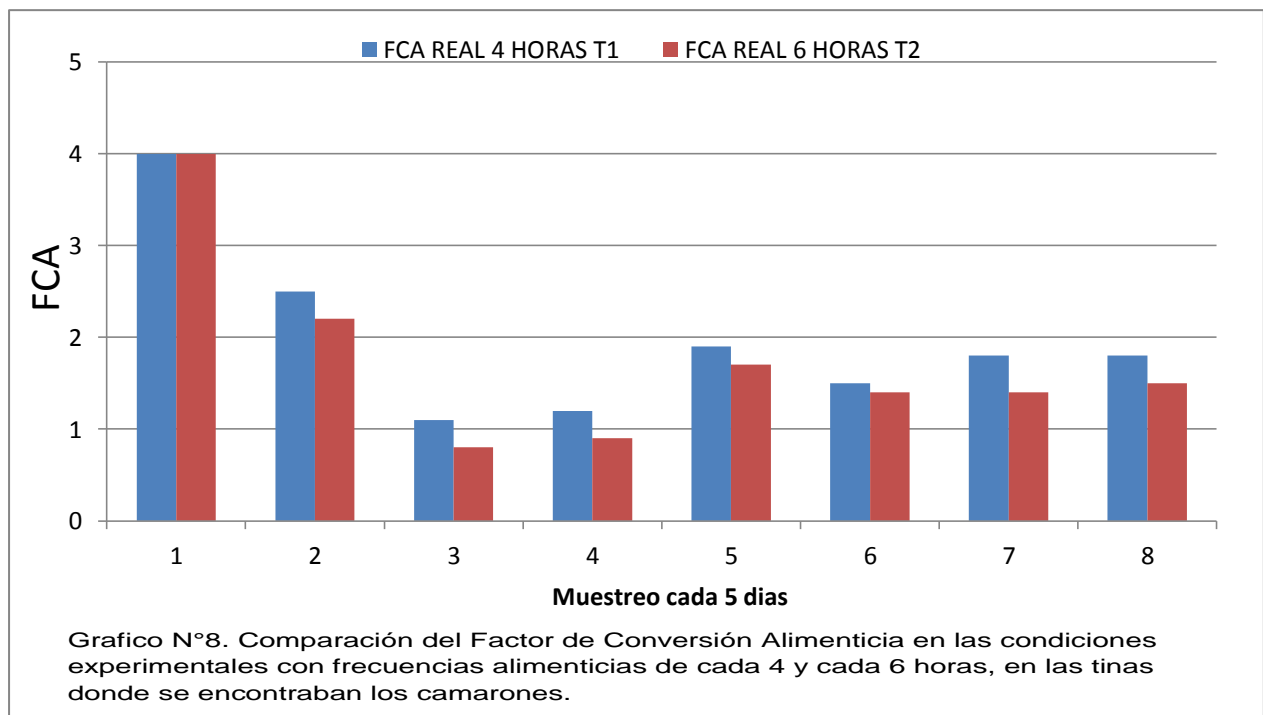
6.8. Factor de Conversión Alimenticia.

El Factor de Conversión Alimenticia de la frecuencia alimenticia de 4 horas fue de 1.9:1. En la frecuencia alimenticia de 6 horas el factor de conversión alimenticia es de 1.7:1. Ver gráfico N°. 8.

Según Lightner, (1990), Los factores de conversión alimenticia fluctúan entre 1,4 y 1,8:1 en sistemas intensivos.

Podemos concluir que los valores obtenidos se encuentran muy ligeramente fuera de los intervalos dichos por Lightner, en sistemas intensivos(1990). Los valores altos al inicio del experimental son debidos al pequeño tamaño de los organismos y al gran volumen del agua. Teniendo ambos tratamientos buen F.C.A donde el tratamiento de 4 horas estuvo levemente por encima de estipulado por Lightner.

Los datos de Factor de conversión alimenticia de ambas condiciones experimentales fueron de diferentes grupos de datos por lo que hubo diferencia significativa entre ellos ($P < 0,05$).

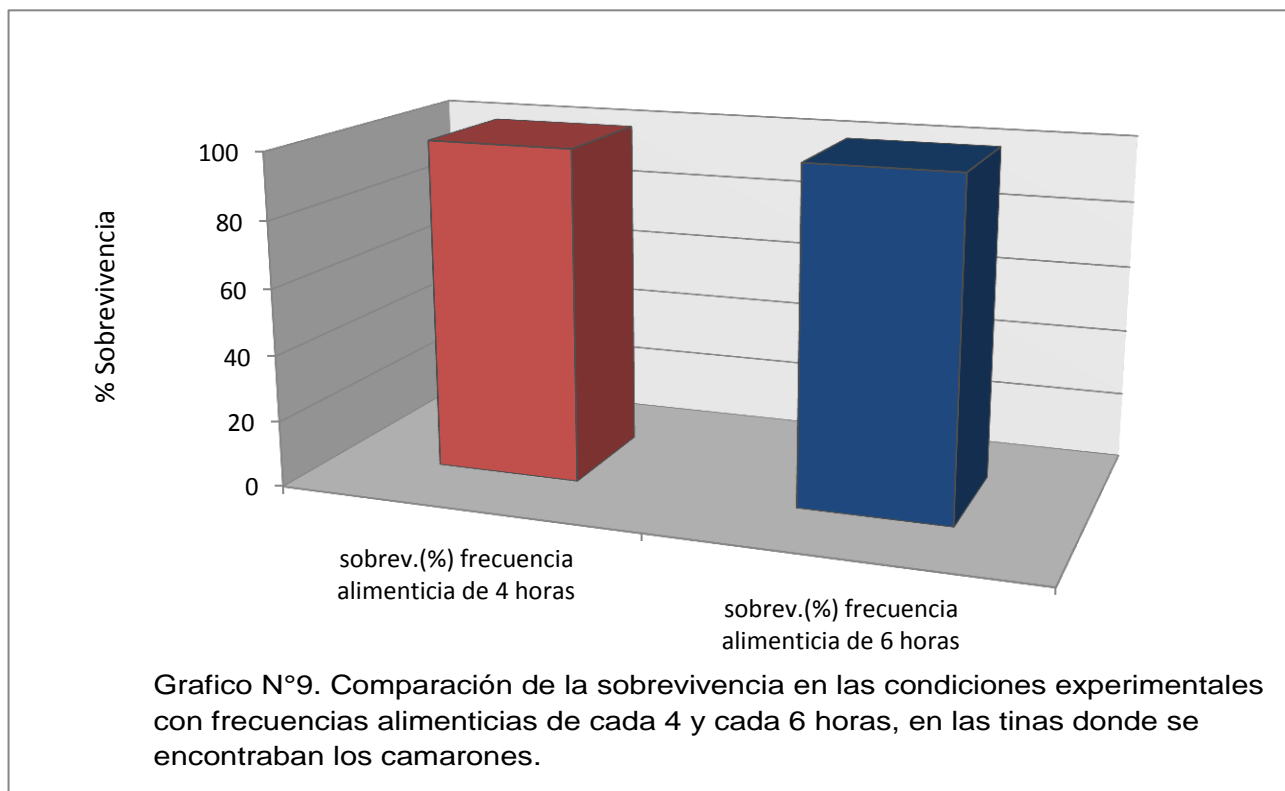


6.9. Supervivencia.

En los dos tratamientos experimentales con las frecuencias alimenticias de cada 4 y 6 horas de alimentación se obtuvo una supervivencia equivalente al 100%. Ver gráfico N° 9.

Según Herrera y Martínez, (2009) se espera que con post larva de camarones producidas en laboratorio lo normal sea un 85% de supervivencia al final del cultivo.

Por lo dicho anteriormente podemos concluir que ambas frecuencias alimenticias funcionan y estuvieron dentro de los parámetros establecidos por Herrera y Martínez (2009), porque al obtenerse una supervivencia del 100% en ambos casos, nos damos cuenta que ayuda a los organismos a vivir, y a mantener sus funciones vitales necesarias.

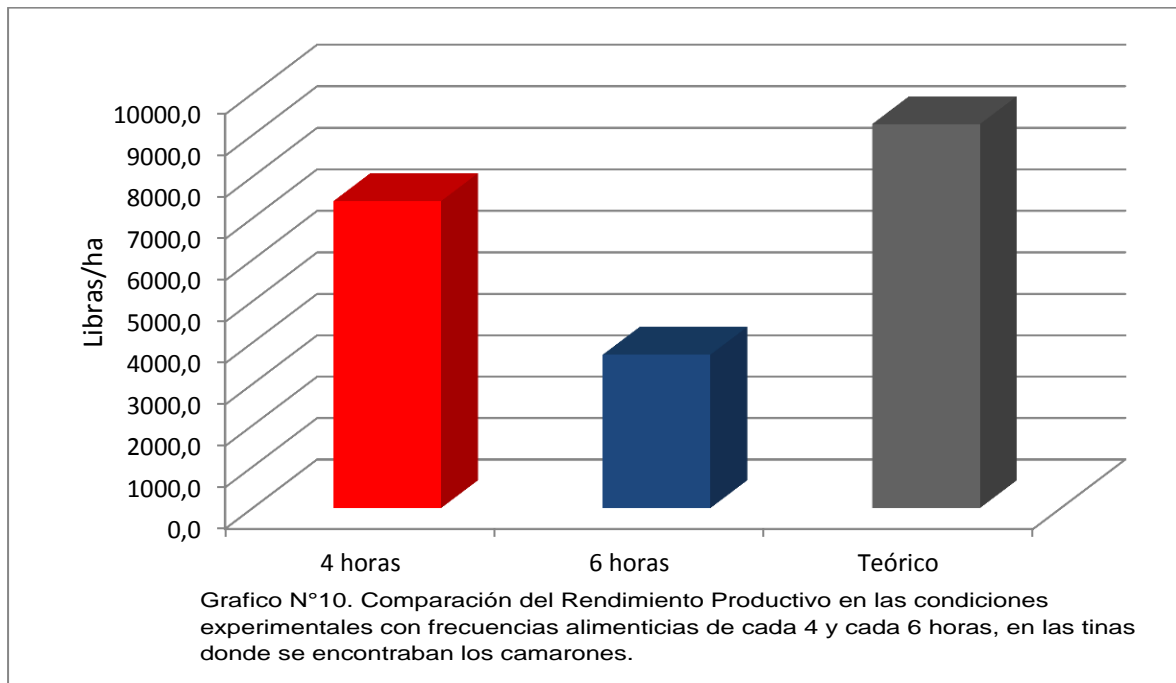


6.10. Rendimiento Productivo.

Para los organismos que se les dio la frecuencia alimenticia de 4 horas obtuvimos 7410.5 lb/ha de camarones por hectárea, al hacer conversión de libras por hectárea con la frecuencia alimenticia de 6 horas nos dio como resultado 3705.3 libras de camarones por hectárea. Ver gráfico N°. 10.

Según lo esperado en el crecimiento acumulado de 2 g en 35 días el rendimiento productivo esperado será de 9263.2 libras/ha, según Martínez (2013).

Podemos observar en la gráfica siguiente que la diferencia numérica entre el Rendimiento Productivo de la frecuencia alimenticia de 4 horas, se encuentra levemente por debajo de lo esperado en el crecimiento acumulado teórico, mientras que con el rendimiento productivo de la frecuencia alimenticia de 6 horas si podemos notar una diferencia numérica en comparación a lo esperado por el crecimiento acumulado teórico dando mejor resultado la frecuencia alimenticia de 4 horas.



VII.- CONCLUSIONES

1. Factores físico-químicos:

Temperatura: Varió de 26 °C a 29°C en el tratamiento frecuencia alimenticia de 4 horas y de 26 °C a 29.2 °C en el tratamiento con frecuencia alimenticia de 6 horas. **Salinidad:** Osciló de 29 a 32S‰ en el tratamiento frecuencia alimenticia de 4 horas, y de 29 a 33 S‰ en el tratamiento frecuencia alimenticia de 6 horas. **Oxígeno disuelto:** Los datos de oxígeno estuvieron en 2.6 mg/L y 5.9 mg/L en a frecuencia alimenticia de 4 horas y 2.8mg/L y 5.9 mg/L en la frecuencia alimenticia de 6 horas. **pH:** En el tratamiento frecuencia alimenticia de 4 horas varió entre 6.3 a 6.9 y en el tratamiento frecuencia alimenticia de 6 horas entre 6.5 y 7.2. **Crecimiento acumulado:** el más bajo fue de 0.003 g y el alto fue de 1.6 g en el tratamiento experimental con la frecuencia alimentando cada 4 horas y en el tratamiento con la frecuencia alimenticia de 6 horas el bajo de 0.003 g y el más alto fue de 0.8 g. **Ritmo de Crecimiento:** en el tratamiento con la frecuencia alimenticia de 4 horas fue el más bajo de 0.037 g y el más alto fue de 0.8 gy en el tratamiento con frecuencia alimenticia fue el más bajo de 0.022 g mientras que el más alto fue de 6 horas fue de 0.3 g. **Tasa de crecimiento:** La velocidad de crecimiento para la frecuencia alimenticia fue de 2.4 mientras que los organismos alimentados con la frecuencia de alimentación de 6 horas fue de 4.2. **Factor de Conversión Alimenticia:** Para los organismos del tratamiento con la frecuencia alimenticia de 4 horas fue de 1.9:1 y para los organismos del tratamiento con frecuencia alimenticia de 6 horas fue de 1.7:1. **Sobrevivencia:** En ambas condiciones experimentales fue de 100%. **Rendimiento productivo:** Para los organismos del tratamiento de frecuencia alimenticia de 4 horas fue de 7410.5 lb/ha y para los organismos del tratamiento con frecuencia alimenticia de 6 horas fue de 3705.3 lb/ha.

Según los resultados obtenidos en nuestra investigación podemos decir que encontramos una diferencia numérica y estadísticamente significativa entre los tratamientos alimentándose cada 4 horas y cada 6 horas, por lo tanto, rechazamos nuestra hipótesis nula y aceptamos nuestra hipótesis alternativa, porque se demuestra que los camarones del género *Litopenaeus vannamei* crecen mejor alimentándose con la frecuencia alimenticia de 4 horas.

VIII.- RECOMENDACIONES

Recomendaciones para futuros investigadores y productores interesados en la búsqueda del óptimo de frecuencias de alimentación:

- ✓ Registro y Control adecuado de los factores físico-químicos, especialmente el oxígeno disuelto ya que este incide sobre el resto de los factores.
- ✓ Utilizar correctamente los equipos de toma de factores físico-químicos,
- ✓ Colocar los dispositivos en un lugar donde el sol no incida directamente sobre ellos.
- ✓ Llevar registro diario de los factores físico-químico en una bitácora.
- ✓ Tener cuidado con el exceso de alimento que queda en el fondo de las tinajas debido a que puede afectar la calidad de agua y el oxígeno de las aguas, afectando directamente el crecimiento de los organismos.
- ✓ Utilizar frecuencia de alimentación cada 4 horas ya que por lo expuesto anteriormente en el experimento podemos obtener que esta frecuencia de alimentación es la adecuada.

IX.- BIBLIOGRAFÍA:

- Achupallas, J .1995. La calidad de los alimentos Acuícola y su desafío en el mantenimiento de una acuicultura ecuatoriana sostenible, artículo publicado en la revista cámara nacional de acuicultura, No .10 de octubre 1995, Guayaquil-ecuador, pág.24-26.
- Aquatic, 2004 Programa de bioseguridad para la cría de camarón orgánico *Litopenaeusvannameien* cautiverio. Volumen 21. pág. 42-51.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49402106>
- Aquatic, 2011,Estrategias para optimizar el manejo del alimento en el engorde del camarón blanco revista nº 35, 2011, pág. 20-34.
http://www.revistaaquatic.com/aquatic/pdf/35_3.pdf
- APHA-AWWA-WPCF. 1989. American Public Health Association. American Water Work Association and Water Pollution Control Federation.StandardMethods for the examination of water and wastewater.17 th ed. American publichealth. Washington DC.pág. 325.
<http://trove.nla.gov.au/work/16646325?selectedversion=NBD23023580>
- Bador, R.F. (1998). Uso de charolas de alimentación para el cultivo de camarón en Sudamérica. En: Civera-Cerecedo, R., Pérez-Estrada, C.J., Ricque-Marie, D. y Cruz-Suárez, L.E. (Eds.) Avances en Nutrición Acuícola IV. 540 Memorias del IV Simposium Internacional de Nutrición Acuícola 2000. Noviembre 15-18, La Paz, B.C.S., México.pág. 540-549
- Barreto, F. 2003. Crecimiento de camarones *litopenaeusvannamei* asociado a factores de manejo. Publicación, pág. 2.

- Boyd, C. E., 1990 Water quality in ponds for aquaculture. Developments in aquaculture and Fisheries Science, Elsevier, New York.pág. 482.<http://www.cesasin.com.mx/CentroAmerica/1Calidad%20del%20agua.pdf>
- Castille, F.L, Samocha T.M., Lawrence A.L He, H., Frelie, P., and jaeneke, F., 1993 Variability in growth and survival of early postlarval shrimp. (*Penaeus vannamei*, Boone, 1931).Aquaculture, 113: pág. 65-8.
- Ceccaldi, H. J., 1997. Anatomy and physiology of the digestive system. En: Crustacean Nutrition. In: Crustacean Nutrition: Advances in World Aquaculture, Vol. 6 (eds. L.R. D'Abamo, D.E. Conklin & D.M. Akiyama),.World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA.pág.: 261-291
- Chien, Y. H. 1992. Water quality requirements and management for marine shrimp culture. En: Proceeding of the special session in shrimp farming. (G. Chamberlain, J. Villalón y J. Wyban Ed). Florida, USA. pág. 22-25.<http://www.cesasin.com.mx/CentroAmerica/1Calidad%20del%20agua.pdf>
- Clifford H. 1992. El manejo de estanques camaróneros (a case study in marine shrimp, pond Management).C&C. Acuicultura Services Po. Box. 160, Cristal River, Florida. USA. pág. 1-2.http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S071819572005000200003&script=sci_arttext
- Cruz S. 1996. Digestión en camarón y su relación con formulación y fabricación de alimentos balanceados. IV enzimas digestivas y estudios sobre digestibilidad para organismos acuáticos. Avances en Nutrición acuícola. Memorias del Tercer Simposium Internacional de Nutrición Acuícola, 11 al 13 de noviembre, UANL, Monterrey, Nuevo León, México, pág. 245-250.<http://www.uanl.mx/publicaciones/maricultura/acuicolaIII/index.html>.
- Cruz-Reyes, G.1997. Cuantificación de aminoácidos de los estadios larvarios del camarón *Litopenaeus vannamei* estimación de los requerimientos de aminoácidos esenciales. Tesis de Maestría. Facultad De Ciencias Biológicas, UANL. México.pág. 13-14.

- Drazba L. 2010. Entrevista al Presidente de CAMANICA, Grupo Pescanova - Planta Procesadora de Mariscos. <http://www.pronicaragua.org/westnic/esp/fa.html>
- FAO 2010. Publications related to aquaculture for Nicaragua. Managua, Nicaragua.pág. 1-5.<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/012/i0996b/i0996b00.pdf>
- Galindo, J., Jaime, B., Fraga, I. y Alvarez, J. S. (2009). Empleo de subproductos de la caña de azúcar para la alimentación del camarón blanco del Caribe. Rev.Electrón.Vet. Vol. 10 (7): pág.: 12.
- Gibson, R., and P.L. Barker 1979.The decapod hepatopancreas.pág.: 19.
- Herrera C. 1999 Crecimiento de camarones *litopenaeus vannamei* en estanques manejados con sistema semi-intensivo. Estero real, Nicaragua. Periodo transitorio seco-lluvioso, tesis de licenciatura, Nicaragua. Unan-León. pág. 6.
- Herrera C, 2009. Folleto calidad agua, Componente Curricular de Calidad de agua, Carrera de Ingeniería Acuícola. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León, Nicaragua, pág. 6-18.
- Herrera C y E. Martínez, 2009. Guía para el componente curricular CAMARONICULTURA de la Carrera de Ingeniería Acuícola, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León, pág. 1- 69 y pág. 63-65
- Herrera, C. Martínez, E.2009; Guía para una camaronicultura sostenible, bajo régimen de buenas prácticas acuícola. pág. 50.
- Herrera C, 2012. FACTORES FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL AGUA DE LOS ESTANQUES CAMARONEROS. Carrera de Ingeniería Acuícola, Facultad de Ciencias y Tecnología, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua León, Nicaragua. pág. 102.
- Lightner, D. Aquaculture Pathology Section Department of Veterinary Science University of Arizona, Building 1990, Tucson, AZ. pág;1.

- López, L 2012, crecimiento del camarón blanco *litopenaeusvannamei*, con dos tipos de alimentación, la primera con alimento artificial y la segunda con alimento artificial massemolina mas melaza. Protocolo de tesis previo para optar al título de Ingeniero Acuícola. pág. 22-34.
- Martínez E. 1999. Aspectos fisiológicos de los camarones. UNAN-León.Publicación. pág. 8.
- Martínez-Córdova, A. L. y Peña-Messina, E. (2005). Biotic communities and feeding habits of *Litopenaeusvannamei* and *Litopenaeusstylirostris* (Stimpson 1974) in monoculture and polyculture semi-intensive ponds. *AquacultureResearch*, 36 (11): pág.: 1075- 1084.
- Martínez Córdova, A.L. (2008). Importancia de la alimentación artificial en el cultivo de camarón. En: C. Molina-Poveda y H. Villareal- Colmenares (eds.) Estrategias de alimentación en la etapa de engorde del camarón. CIBNOR, S.A., CYTED y PRONACA, pág. 110.
- Martínez, E, 2009 .Folleto Ecofisiología de organismos acuícolas. Ingeniería Acuícola. Facultad de Ciencias y Tecnología, UNAN-León. pág. 69.
- Martínez, E. 2009. Aspectos fisiológicos de los camarones. UNAN-León. Pág. 8
- Martínez, E. Barreto, A.2011. Ecofisiología de los organismos acuícolas UNAN-León. Pág. 15
- Martínez 2012. Crecimiento de camarones Marinos *LitopenaeusVannamei* en estanques de concreto. Laboratorio de Investigaciones Marinas y Acuícolas (LIMA). UNAN – León. León Nicaragua. pág. 8.
- Rosas, C, Bolgaro-Crevenna, A, A. Sánchez, G. Gaxiola,L.A. Soto and E. Escobar, 1995. Roles of digestive gland in the energetic metabolism of *Penaeussetiferus*. *Biol. Bull.* Pág.168-174.

Tacon G. 1989. Nutrición y alimentación de peces y camarones cultivados; manual de capacitación. Fao –Italia. Documento de campo. Pág. 4.
<http://www.fao.org/docrep/field/003/ab492s/ab492s00.htm>

Tacon, G.J. 2004 Nutrición y alimentación de peces y camarones cultivados. Manual de capacitación. pág. 1-2.

Sitios web:

Internet 1:

<http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/col/estudios/2006/06CL2006PD015.pdf> Visitado 08 de noviembre 2013. 6 pm.

Internet 2:

http://www.alicorp.com.pe/ohs_images/nicovita../boletines/manejo_cultivo/bole_0512_01.pdf Visitado 10 de noviembre 2013. 7 pm

X. ANEXOS:

DISEÑO EXPERIMENTAL



PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS.

Oxígeno Disuelto Temperatura



pH Salinidad



PARAMETROS POBLACIONALES

