

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



TESIS PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO ACUÍCOLA

TEMA:

“Efectos de los alimentos Purina y Nicovita sobre el crecimiento del camarón blanco Litopenaeus vannamei en condiciones experimentales controladas.”

Autores:

- **Br. Marcos Ovet Vargas López**
- **Br. José Alberto Balladares Cortez**

Octubre, 2011

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-León

UNAN-LEÓN

Facultad de Ciencias y Tecnología

Departamento de Biología Carrera

de Ingeniería Acuícola



TESIS PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO ACUÍCOLA

TEMA:

“Efectos de los alimentos Purina y Nicovita sobre el crecimiento del camarón blanco Litopenaeus vannamei en condiciones experimentales controladas.”

Autores:

- **Br. Marcos Ovet Vargas López**
- **Br. José Alberto Balladares Cortez**

Tutor: Dr. Evenor Martinez

Octubre, 2011

AGRADECIMIENTO

- Agradecemos a Dios por la vida y la oportunidad que nos ha dado para realizar nuestra tesis para optar al título de Ingeniero Acuícola.
- A nuestros padres por apoyarnos en todo momento en nuestra educación y darnos ánimos cuando lo necesitamos.
- A nuestros maestros por esforzarse para que nosotros los alumnos obtuviéramos la preparación que posteriormente nos servirá como herramienta fundamental en el desempeño laboral.
- A nuestro tutor el Dr. Evenor Martínez por la dedicación y empeño que invierte para que los estudiantes logren culminar su carrera de la mejor manera.
- A todas las personas que de alguna manera hicieron posible la culminación de este trabajo tan importante para nosotros.

DEDICATORIA

- Dedicamos este trabajo a nuestros padres quienes cumplieron una importante función en la realización del mismo por apoyarnos tanto económica como emocionalmente.
- A nuestros hijos y familiares que nos sirvieron de motivación y ejemplo en los momentos más difíciles.
- A todos nuestros amigos los cuales nos apoyaron y alentaron desde el inicio hasta el final de la tesis.

RESUMEN

Dada la importancia económica que tiene la acuicultura en la actualidad a nivel mundial es importante aprovechar los insumos de la manera más efectiva, siendo el alimento uno de los insumos más importante que se le suministra en cada etapa del cultivo de camarón es relevante conocer con que marca de alimentos se obtienen mejores resultados. El presente experimento se realizó con el propósito de determinar el efecto que tienen dos diferentes marca de alimento, en cuanto a crecimiento en peso de los camarones con el mismo porcentaje de proteína, los alimentos que se pusieron en prueba fueron de las marcas Nicovita y Purina. Para llevar a cabo este experimento se montó un dispositivo experimental en las instalaciones de la UNAN-León llamado ESBIMA(Estación Biológica Marina), donde se colocaron 6 tinas con capacidad de 50 litros de agua salada en las cuales se colocaron 6 post-larvas de camarones por tina, cada tina contaba con su dispositivo de entrada y salida de agua y un sistema de aireación que nos permitió controlar las variables, probamos las dos marcas de alimento utilizando tres tinas por alimento, es decir tres repeticiones por cada tratamiento, para facilitar la recopilación de datos, los factores físico-químico fueron realizados 2 veces al día y los parámetros de crecimiento anotados en formatos durante los treinta y cinco días que duro el experimento, como resultado de esta prueba encontramos que el peso promedio final de los camarones alimentados con purina fue de 0.6 gr/ind. Y los camarones alimentados con Nicovita fueron de 0.9gr/ind. Lo que nos refleja que estos últimos alcanzaron un mejor resultado, a pesar que no hubo una diferencia significativa es posible que con densidades mayores la diferencia se vea mejor reflejada.

ÍNDICE

I.- INTRODUCCIÓN.....	pág. 1
II.- OBJETIVOS.....	pág.4
III.-HIPÓTESIS.....	pág.5
IV.-LITERATURA REVISADA	
4.1-Aspectos generales.....	pág.6
4.1.1-Taxonomía.....	pág.6
4.1.2-Ciclo biológico.....	pág.6
4.1.3-Morfología.....	pág.8
4.1.4-Hábitos alimenticios del camarón.....	pág.8
4.2-Factores físico-químicos del agua.....	pág.9
4.2.1-Temperatura.....	pág.9
4.2.2-Salinidad.....	pág.10
4.2.3-Turbidez.....	pág.11
4.2.4-Oxígeno disuelto.....	pág.11
4.2.5-pH.....	pág.11
4.3-Campo de crecimiento.....	pág.12
4.3.1-Tasa de crecimiento.....	pág.12
4.3.2-Metabolismo de crustáceos.....	pág.12
4.3.3-Ingestión del alimento.....	pág.13
4.3.4-Digestión del alimento.....	pág.14
4.3.5-Digestión química.....	pág.15
4.3.6-Factor de índice de conversión de alimento.....	pág.15
4.4-Alimento.....	pág.17
4.4.1-Tabla de alimentación.....	pág.18
4.4.2-Características físicas del alimento.....	pág.18
4.4.3-Color del pellet.....	pág.19
4.4.4-Hidroestabilidad.....	pág.19
4.4.5-Tamaño del pellet.....	pág.19
4.4.6-Atractancia y palatabilidad del alimento.....	pág.20

4.5-Requerimientos nutricionales.....	pág.21
4.5.1-Proteínas y aminoácidos.....	pág.22
4.5.2-Minerales y vitaminas.....	pág.26
4.5.3-Carbohidratos.....	pág.27
4.5.4-Lípidos.....	pág.28
4.5.5-Energía.....	pág.28
4.6-Bioenergética del camarón.....	pág.30
4.6.1-Digestibilidad.....	pág.31
V -MATERIALES Y MÉTODOS.....	pág.32
5.1-Ubicación del experimento.....	pág.32
5.2-Diseño del dispositivo experimental.....	pág.32
5.3-Toma de agua.....	pág.32
5.4-Aireación.....	pág.33
5.5-Descripción del experimento.....	pág.33
5.6-Aclimatación y siembra.....	pág.33
5.7-Operacionalización de las variables.....	pág.34
5.7.1-Salinidad.....	pág.34
5.7.2-pH.....	pág.34
5.7.3-Oxígeno y temperatura.....	pág.35
5.8-Cálculo del alimento suministrado y aplicación de alimento.....	pág.35
5.8.1-Raciones diarias de alimento.....	pág.36
5.9-Registro de incremento de crecimiento.....	pág.36
5.10-Cálculo del campo de crecimiento.....	pág.36
5.10.1-Cálculo del índice de conversión alimenticia.....	pág.36
5.10.2-Cálculo de la sobrevivencia.....	pág.37
5.10.3-Cálculo del ritmo de crecimiento.....	pág.37
5.10.4-Determinación de la biomasa.....	pág.37
5.10.5-Determinación de la tasa de crecimiento.....	pág.37
VI -RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
6.1-Parámetros físico-químicos.....	pág.38
6.1.1-Oxígeno.....	Pág.38

6.1.2-Salinidad.....	pág.40
6.1.3-Temperatura.....	pág.41
6.1.4-pH.....	pág.42
6.2-Ritmo de crecimiento.....	pág.44
6.3-Tasa de crecimiento.....	pág.45
6.4-Biomasa.....	pág.47
6.5-Factor de conversión alimenticia.....	pág.48
6.6-Sobrevivencia.....	pág.50
VII -CONCLUSIONES.....	pág.51
VIII -RECOMENDACIONES.....	pág.52
IX - BIBLIOGRAFÍA.....	pág.53

I.- INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, la camaronicultura es un sector productivo en aumento. La fuerte demanda del mercado internacional ha elevado la producción mundial, para el año 2001 se registraba una producción de tres millones de toneladas métricas por un valor aproximado de 12,000 millones de dólares. Por otro lado, Nicaragua posee un gran potencial para el desarrollo del sector, en especial la costa del Pacífico. La acuicultura abarca sobre todo el control del crecimiento y producción de las especies susceptibles al cultivo o crianza en el medio acuático. Es una actividad orientada a la selección y manejo de organismos reproductores, producción de huevos, de larvas, de crías y engorda. Pasando por el transporte, procesamiento y comercialización del producto hasta su consumo; siendo por tanto una actividad interdisciplinaria, orientada a la creación de unidades de producción (Aguilera y Noriega, 1986, citado por Rodríguez y Maldonado, 1996).

Los camarones del género *Litopenaeus* presentan un enorme potencial de cultivo, motivo por el cual han recibido la mayor atención en cuanto a experiencias de cultivo e investigación científica, siendo por ello los principales crustáceos cultivados en el mundo.

La importancia de la estabilidad de los alimentos para camarón ha sido discutida desde que la industria del cultivo de camarón empezó. Como el alimento puede representar del 50 al 60% del costo total de producción, cualquier mejoría en su uso, formulación o proceso tiene un impacto económico inmediato y positivo. Los alimentos balanceados para animales deben proveer los nutrientes necesarios para funciones de crecimiento, reparación, respuesta inmune y mantenimiento.

La calidad del alimento depende de tres factores: el contenido nutricional formulado, la calidad de los ingredientes, y la tecnología o control de proceso empleado en la fabricación. Los dos primeros factores interactúan y afectan de gran forma al tercero.

El camarón de cultivo es un recurso pesquero exportable que aporta a la economía del país utilidades en moneda libremente convertible, para ello se necesita garantizar una alimentación con balance nutricional adecuado que asegure la producción sostenible de este recurso. (Fraga, Galindo, 2001)

Si los productores tienen en el mercado de insumos para la acuicultura alimentos con el mismo porcentaje de proteína (25%), ¿porqué varía los precios hasta en siete dólares el quintal? Será que están hechos de materias primas de origen vegetal que dan los 25% de proteína pero que no se expresa en el crecimiento de los camarones. O será que no existe diferencia entre los diferentes tipos de alimentos para camarón que ahora se ofertan en el mercado.

Debido al gran auge y el desarrollo de la camaronicultura se han venido implementado nuevas tecnologías y han aparecido en el mercado nuevas materias primas para promover el crecimiento y rendimiento productivo del camarón, dentro de estas materias primas encontramos una gran variedad de alimentos peletizado de diferentes compañías que han venido a competir por su posicionamiento en el mercado. Entonces surge la pregunta ¿Con cuál de estas marcas de productos alimenticios logramos obtener los resultados más óptimos en el desarrollo y crecimiento en el camarón de cultivo?

La acuicultura en nuestro país, Nicaragua, en la actualidad se ha convertido en un rubro importante en el sector económico puesto que esta actividad es de exportación, generadora de divisas y una importante fuente de empleo.

Los alimentos fabricados y destinados especialmente al cultivo del camarón han demostrado incidir benéficamente en este en cuanto al crecimiento y desarrollo, aunque no todos influyen de la misma forma o no poseen el mismo efecto debido a que cada uno consta de un proceso de fabricación diferente en cuanto a su

composición, por ende en lo que respecta al resultado en el camarón puede variar.

Por eso en este trabajo investigativo nos hemos propuesto demostrar cuál de los dos tipos de alimentos disponibles en los mercados de insumos de la camaronicultura, incide en un mejor crecimiento en el camarón *Litopenaeus vannamei*, o si de alguna manera el efecto sobre el crecimiento es igual en ambos. Los resultados de este trabajo serán de mucha utilidad a los productores y técnicos a cargo de la producción en granjas camaroneras para que estos puedan constatar e informarse que efectos tienen los dos alimentos comerciales experimentados en este trabajo, sobre el crecimiento de los camarones. De esta manera esto servirá de mucho para el ahorro de dinero y de la misma forma disminuir su impacto ambiental debido a la calidad de los mismos y el buen manejo que se les dé a estos.

II.- OBJETIVOS

Objetivo General

- Comparar el crecimiento que presenta el camarón blanco *Litopenaeus vannamei* al usar alimentos Purina y Nicovita en condiciones experimentales controladas, Estación Biológica Marina Isla Santa Lucía, León, Nicaragua.

Objetivos Específicos.

1. Evaluar los factores físicos químicos del agua (Oxígeno, salinidad, pH, temperatura) donde se desarrollan los camarones estudiados.
2. Comparar las tasas y los ritmos de crecimiento de los camarones *Litopenaeus vannamei* creciendo en las dos condiciones experimentales.
3. Determinar la biomasa obtenida de los camarones sometidos a las dos condiciones.
4. Comparar los factores de conversión alimenticia y sobrevivencia de los camarones alimentados con las dos dietas experimentales.

III.- HIPÓTESIS

Ho: Los alimentos comerciales PURINA y NICOVITA tienen efectos similares en el crecimiento de los camarones.

H1: La Hipótesis alterna: es que los dos alimentos tienen diferencias significativas.

IV.- LITERATURA REVISADA

4.1 Aspectos generales

4.1.1 Taxonomía

Los camarones Litopeneidos son animales de aguas marinas, se encuentran tanto en aguas someras como profundas. En regiones tropicales, sub tropicales y templadas, los camarones del género *Litopenaeus* son importantes debido al gran tamaño y alto precio en el mercado (Pérez, 1993).

Taxonomía del Litopenaeus.

Phylum: Artropoda

Clase: Crustácea

Subclase: Malacostraca

Series: Eumalacostraca

Súper Orden Eucarida

Orden Decapoda

SubOrden Dendobranchiata

InfraOrden Litopenaeidea

Superfamilia Litopenaeidea

Familia Litopenaeidea

Género *Litopenaeus*

Especies *vannamei*

(Morales, 1990).

4.1.2 Ciclo Biológico.

El ciclo de vida de los camarones peneidos ocurre cuando los adultos copulan y desovan en aguas oceánicas costeras a profundidades entre 18 y 27 metros. Los desoves comienzan a partir de Marzo hasta Septiembre con picos máximos en Mayo - Junio y Agosto - Septiembre (Martínez, 1993).

Para que ocurra el apareamiento, la hembra debe de haber mudado y encontrarse de esta manera con el exoesqueleto blando, contrariamente el macho debe tener su carapacho duro, donde se pegan a las hembras y les adhieren el saco espermático, posteriormente las hembras rompen este espermátforo para fertilizar los huevos, los cuales son arrojados al agua (Martínez, 1993).

La cantidad de huevos que desovan los camarones van desde 500,000 a 1,000,000 los cuales tienen un diámetro aproximadamente de 300 micras. Los huevos fertilizados se van al agua (Martínez, 1993).

Las larvas planctónicas permanecen en aguas oceánicas por aproximadamente tres semanas dentro de los cuales se desarrollan pasando por 5 fases del estadio nauplio; tres del estadio protozoa y dos fases del estadio mysis, luego alcanza el estadio de post larva, teniendo esta última la forma en miniatura de un camarón adulto. Ellas empezarán a nadar hacia delante usando los pleópodos como principal apéndice natatorio, los cuales son más largos y setosos. Su condición de nado se vuelve bentónica. Existe un evidente crecimiento en tamaño, con un aproximado de 3.4 mm a 4.0 mm (Franco, 1990).

En el medio silvestre, las postlarvas nadan hacia aguas salobres en áreas de manglares, donde continúan su desarrollo. Con respecto a su metamorfosis las postlarvas van cambiando cada 24 horas en condiciones óptimas (Morales, 1990).

Las postlarvas que alcanzan llegar a los estuarios pueden continuar su desarrollo, ya que éstos constituyen realmente el área de maternidad. En esta área de maternidad las postlarvas de aproximadamente 0.6 cm adquieren hábitos bentónicos y se ha encontrado que hay una relación directa entre la talla y la profundidad, estos organismos permanecen en los estuarios hasta alcanzar una talla entre 4 y 10 cm, la que se logra entre 4 y 10 semanas,

posteriormente salen al océano en donde completan su maduración para comenzar de nuevo el ciclo, los camarones peneidos tienen una longevidad de un año, sin embargo hay especies como *L. monodon*, *L. vannamei*, *L. stylirostris*, que viven dos años (Martínez, 1993).

4.1.3 Morfología.

El cuerpo de los camarones se divide en tres regiones: cefalotórax, abdomen, y telson. Los apéndices del cefalotórax son: anténulas, antenas, mandíbulas, maxilas, maxilípedos y periópodos; el abdomen está formado por seis segmentos y seis pares de apéndices llamados pleópodos cuya función es natatoria. En el telson se encuentran los urópodos, que sirven también para la natación. El exoesqueleto en la región del cefalotórax, presenta diferentes procesos como espinas, suturas y surcos, cuya forma, tamaño y distribución es característica para cada especie (Escoto 1993).

Poseen un cuerpo poco o considerablemente comprimido, rostro por lo general bien desarrollado y comprimido lateralmente, pedúnculos oculares moderados a muy alargados, anténulas con dos flagelos, mandíbula con un proceso incisivo y el palpo con uno o dos artejos, los primeros tres pares de apéndices similares, quelados, planos, incrementándose en longitud posteriormente, cuarto y quinto par de apéndices bien desarrollados y simples (Escoto, 1993).

4.1.4 Hábitos Alimenticios del Camarón.

En la naturaleza los camarones básicamente son de régimen omnívoro, ingieren algas, restos de materia prima orgánica y arena, así como una gran variedad de organismos bentónicos. Se han encontrados en su tracto digestivo partes de nematodos, anélidos, moluscos y otros crustáceos. Durante sus primeras etapas de vida el alimento que consumen es de origen planctónico y a medida que continúa su crecimiento, su dieta varía de acuerdo al comportamiento bentónico que adquieren (Rodríguez *et al*, 1996).

En siembras con densidades bajas (2 - 3 camarones /m²), los camarones aprovechan todo el alimento natural que se encuentra en el estanque, esto podría ser suficiente para el éxito del cultivo (Martínez y Lin, 1994). Las algas (fitoplancton) son el alimento natural para el camarón durante todas las etapas, menos la del huevo y la etapa nauplear, (Treece, 1993), también para el zooplancton que es el segundo nivel trófico de la cadena alimenticia.

El fitoplancton presenta varias funciones en el estanque de camarones, el cual es el responsable en la mayoría de los casos de la calidad del agua, para mantener la clase y cantidades de algas deseadas y lograr así un aumento en los rendimientos de la producción, también es un portador de oxígeno del estanque en cultivo. (Lin, 1995).

4.2 FACTORES FÍSICOS - QUÍMICOS DEL AGUA.

4.2.1 Temperatura:

La temperatura es un parámetro importante que influye directamente en los organismos acuáticos afectando la respiración, el crecimiento y la reproducción, la temperatura óptima para el crecimiento de los camarones fluctúa entre los 24-30°C.

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

4.2.2 Salinidad:

La salinidad es la cantidad proporcional de sales que contiene el agua de mar. Dicha salinidad se expresa comúnmente en gramos de sales por kilogramos de agua, es decir, en partes por mil (So/oo) indica una parte en peso de una sustancia en 1,000 partes de una solución.

Una muestra de agua con una parte por mil de salinidad tendrá 1 gramo de sales disueltas en 1 litro de agua. Durante la estación seca en las cuencas estuarinas debido a la escasez de lluvia, puede causar un aumento excesivo en su contenido de sal (40- 45‰), mientras que en la estación lluviosa el exceso de lluvias provoca una disminución de la salinidad en los estanques entre 8- 10 ppm, (Santamaría y García 1991), en el Estero Real llega en algunos casos a ser cero (Martínez, 1998). Casi todas las características físicas y químicas del agua, dependen de la cantidad total de sales en disolución.

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

La salinidad afecta la sobrevivencia y el crecimiento de los camarones en cultivo, combinado salinidad y temperaturas severas inhiben la alimentación de los camarones. La salinidad influencia al metabolismo, crecimiento, reproducción (Martínez et al, 1994). Un intervalo óptimo para el crecimiento y crianza de camarones marinos *Litopenaeus Vannamei* es de 15g/l a 30g/l.(Franco 1990).

4.2.3 Turbidez:

Se refiere a todo material en suspensión que se encuentra en la columna de agua, el cual en alta densidad puede interferir con el paso de luz solar (Santamaría, 1991).

La turbidez se mide en centímetros utilizando el disco Secchi, la manigueta vertical está marcada a intervalos de 2-5 cm. El disco tiene un diámetro de 30 cm y está pintado con negro y blanco los cuales contrarrestan en los cuatros cuadrantes, sumergiendo el disco verticalmente en el agua hasta que no puede vérselo y luego extrayéndolo lentamente hasta que sea visible se mide la distancia vertical de la visibilidad.

4.2.4 Oxígeno:

El oxígeno disuelto es uno de los parámetros más importantes en la cría de organismos acuáticos. El grado de solubilidad de este elemento es una variable dependiente principalmente de la altura sobre el nivel del mar, la temperatura y la salinidad (Santamaría y García, 1991).

La falta de Oxígeno, influye en el metabolismo de los camarones (la deficiencia en oxígeno en concentraciones menores a 3 mg OD / lt tiene un efecto negativo sobre el crecimiento (Martínez, 1998). La cantidad de oxígeno que se puede disolver en el agua depende de la temperatura y la salinidad, debido a esto el oxígeno disminuye conforme la temperatura aumenta.

4.2.5 pH:

Es la medida de la acidez o basicidad del agua. Su escala varía de 1- 14 pasando por 7 que es el punto neutro. El intervalo óptimo para el camarón, fluctúa de 7.5- 8.5. Es recomendable que el pH del agua no presente grandes fluctuaciones, ya que esto aumenta la susceptibilidad al ataque de parásitos y enfermedades (Santamaría y García 1991).

pH de 3.5 causa la muerte de los camarones, y sube el dióxido de carbono. La acidez baja la fertilidad, baja la producción natural de alimento, y provoca crecimiento lento de los camarones (Martínez y Lin, 1994).

4.3 CAMPO DE CRECIMIENTO

4.3.1 Tasas de crecimiento

El crecimiento de los camarones resulta de factores relacionados con la alimentación, digestión, parámetros ambientales, anabolismo, catabolismo, estado de maduración y otros. En consecuencia, los modelos empleados para describir el crecimiento pueden tener una naturaleza muy compleja.

4.3.2 Metabolismo de crustáceos.

La composición del cuerpo de crustáceos depende en gran medida del estadio del ciclo de la muda en que se encuentra el animal. Se conoce que el hepatopáncreas sufre variaciones de peso según el estadio de la muda. El aumento de peso se procede durante el período de alimentación y se debe a dos fenómenos fundamentales, el crecimiento del propio órgano, y la acumulación de reservas que son utilizadas en la síntesis del nuevo exoesqueleto (Díaz 1992)

En los crustáceos la muda es una parte del mecanismo del crecimiento. El cambio en la forma y el incremento en talla pueden ocurrir solo cuando el exoesqueleto es eliminado y antes de que la nueva cutícula se haya endurecido (mineralizado).

La fisiología normal de un crustáceo está continua e íntimamente ligada a los estadios sucesivos del ciclo de la muda. El ciclo de la muda se puede dividir en cinco grandes estadios, postmuda temprana, postmuda tardía, intermuda, premuda, y ecdisis o muda (Díaz 1992).

4.3.3 Ingestión del alimento

En los decápodos los apéndices próximos a la boca (localizada en posición cefálica ventral) están especializados para la alimentación, estos apéndices son las mandíbulas, las maxilas y las maxílulas que rodean la boca y con ellas rompen los alimentos antes de que estos sean introducidos al esófago. Los tres pares anteriores de apéndices torácicos están transformados en maxilípedos y con ellos retienen el alimento contribuyendo a su manipulación y desintegración. Los apéndices torácicos restantes (pereiópodos) tienen una función locomotora.

Este comportamiento alimenticio es de importancia trascendental y tiene grandes implicaciones en la formulación y fabricación de alimentos, porque favorece la pérdida o desperdicio de nutrientes en el agua. Estos apéndices como el resto del cuerpo están cubiertos por un exoesqueleto quitinoso, que se renueva durante el proceso de la muda, lo que provoca un periodo de alto estrés fisiológico en el animal, ya que además de hacerlo más vulnerable, éste deja de alimentarse hasta que se vuelven a endurecer éstos apéndices especializados.

Teniendo en cuenta la forma como los camarones atrapan el alimento; se puede deducir la necesidad de una presentación adecuada del mismo, en términos de: forma, homogeneidad de molienda y de mezclado, consistencia y tamaño; para que los crustáceos puedan manipularlos fácilmente con la ayuda de sus apéndices y permanecer en el agua un tiempo suficientemente largo, sin deshacerse antes de ser consumidos.

4.3.4 Digestión

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 cardiopilórica 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. (Díaz 1992)

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.

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 reingeridas 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. (Díaz 1992)

4.3.5 Digestión química

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. Este órgano tiene tres funciones principales: secreción y síntesis de enzimas digestivas, retención temporal y cíclica de reservas y la absorción de nutrientes, productos de la digestión (Gibson y Barker, 1979)

4.3.6 Factor de índice de conversión alimenticia

El ICA indica la eficiencia de utilización del alimento alcanzada por los organismos del cultivo durante un período dado de su ciclo de producción.

Valores del ICA de 1.2 hasta 4.0 o más son obtenidos, dependiendo en la especie, su estado de desarrollo, las condiciones del cultivo, la calidad de la ración y cómo la dieta es empleada en alimentar el cultivo. Acuerde que con un valor menor, el ICA significa un uso más eficiente del alimento y, probablemente, una mayor rentabilidad del cultivo.

Durante la época de reproducción, cuando hay problemas con los niveles de oxígeno disuelto en el agua, problemas con enfermedades u otra condición que pueda provocar estrés o tensión fisiológica en el cultivo, los valores para el ICA y de la eficiencia alimenticia tienden a subir.

Uno de los errores inherentes en este tipo de cálculo es el hecho de comparar un material básicamente seco (el alimento concentrado) con el incremento observado en el peso de organismos vivos (conteniendo aproximadamente 75-80% agua). Otro error es que los peces y camarones no solamente consumen el alimento artificial suministrado, pero también una gran variedad de alimentos naturales (i.e. algas, larvas de insectos, moluscos, etc.) que desarrollan en las aguas fértiles del cultivo. Así, hay que tomar en cuenta la realidad de la situación. (Nicovita, 1997).

La eficiencia de utilización de los alimentos también depende en gran parte en la cantidad de alimento ofrecido al cultivo diariamente. Si estamos sobre-alimentando el cultivo, no puede haber un buen valor para el ICA. En el caso de sub-alimentar un cultivo, el índice tendrá un valor bajo, pero probablemente los peces van a crecer lentamente por falta de suficiente comida.

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:

- 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.

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. (Nicovita, 1997).

4.4 Alimento.

Un alimento balanceado para acuicultura está diseñado, balanceado y producido para satisfacer los requerimientos nutricionales de la especie en particular.

Los pelets sólidos para camarón se hunden rápidamente en el agua. Los camarones viven en el fondo del estanque y requieren un pelet que se mantenga en su forma sólida durante varios minutos u horas en el agua. Así el camarón tendrá suficiente tiempo para encontrarlo y comérselo antes de su disolución. Este punto tiene especial importancia en el engorde de *Litopenaeus vannamei* y otras especies de camarones cultivados.

En forma genérica los alimentos para acuicultura del camarón deben tener estabilidad en el agua superior a 2.5 horas, atractabilidad, palatabilidad, alta digestibilidad, libre de tóxicos para el camarón y el hombre, y una tasa de conversión del alimento a peso vivo del camarón cercana o inferior a 1.1, lográndose de esta manera una mínima contaminación del medio y contribuir a la sustentabilidad de la industria y del medio ambiente.

La selección, formulación y manejo de los ingredientes, no solo es importante en cuanto a sus aportes nutricionales, sino que son la base para mantener la calidad del alimento por mejor selección de parámetros nutricionales de los ingredientes,

su cada vez mejor proceso con la meta de lograr una mejora de la eficiencia de utilización del alimento por el camarón y que resulte costo-efectiva.

El alimento por lo tanto es básicamente el transportador de los nutrientes que requiere el animal, sin embargo actualmente existe una alta presión porque contribuya además a disminuir los efectos negativos del estrés, a través del uso de suplementos de vitamina C, astaxantina, vitamina E, que favorezca desarrollo de inmunidad como uso de B-glucanos y que contrarresten enfermedades a través del uso de antibióticos.

4.4.1 Tabla de alimentación tradicional utilizada en camaronicultura tomando en cuenta el % del peso corporal (Talavera 1998)

Peso del camarón	% del peso corporal	Peso del camarón	% del peso corporal
1	10	11	1.8
2	6	12	1.8
3	4.5	13	1.8
4	3.5	14	1.7
5	3	15	1.7
6	2.5	16	1.7
7	2.3	17	1.5
8	2	18	1.5
9	2	19	1.5
10	2	20	1.3

4.4.2 Características físicas del alimento

Las características físicas son cualquier atributo que pueda afectar su manufactura, apariencia o integridad una vez sumergido en el agua. Las características físicas incluyen factores tales como: color, hidroestabilidad, tamaño

de la partícula del ingrediente (nivel de molienda de ingredientes del pelet), tamaño del pelet y en cierto grado, atractabilidad. (Akiyama et al., 1993).

4.4.3 Color del pelet

El color del pelet indica la composición y la calidad de manufactura. La mayoría de alimentos son marrón oscuros debido no solo al proceso sino al color de los ingredientes (la mayoría son relativamente oscuros). Algunas veces el alimento se vuelve más claro debido a la exposición prolongada a altas temperaturas y luz directa del sol. (Akiyama et al., 1993).

4.4.4 Hidroestabilidad

La mayoría tienen características que permiten alrededor de 4-6 horas de estabilidad del pelet. El incremento en la estabilidad del pelet es de poco valor comercial porque muchos atractantes se pierden con este tiempo de exposición. La aglutinación de la mayoría de pelets se logra durante la manufactura (vea la sección previa), usando ingredientes naturales con potencial de aglutinación (ej., carbohidratos tales como harina de trigo) o componentes artificiales (ej., polimerasa sintética). (Akiyama et al., 1993).

4.4.5 Tamaño del pellet

La mayoría de alimentos utilizan ingredientes que han sido molidos y pasados a través de un tamiz de al menos 500uM (malla de 35). La necesidad de moler los ingredientes a tamaños menores es para: 1) Aumentar la aglutinación y formación física del pelet a medida que pasa por el dado; y 2) El camarón no es capaz de rechazar/seleccionar pequeñas partículas, (el camarón puede seleccionar partículas tan pequeñas como 10uM en diámetro). Además, todas las partículas del alimento son incluidas en el pelet por una razón válida. Cualquier pérdida antes del consumo puede equivaler a una inadecuada nutrición (al menos con relación a ingredientes nutricionales). (Akiyama et al., 1993).

El tamaño del pelet es considerado como un tema de manejo del alimento, pero es también un atributo físico. Las partículas del alimento pueden variar en tamaño desde muy pequeñas (menos de 50 μM , como dietas para larvas) hasta sobre 1/8 de pulgada en diámetro (algunos alimentos para maduración), la mayoría, sin embargo, está en 3/32 en diámetro. De este diámetro se derivan casi todos los tamaños.

La lógica detrás de ofrecer pelets pequeños a camarones pequeños está en relación con el comportamiento alimenticio y la distribución adecuada del alimento. El camarón consume cada pelet, tomándolo con unos pequeños apéndices ubicados en el vientre, triturándolo con sus mandíbulas. El camarón debe tener la habilidad de localizar fácilmente los pelets. Pelets muy pequeños por unidad de peso corporal incrementa el esfuerzo de localizar múltiples pelets y no es energía/eficiente. (Akiyama et al., 1993).

4.4.6 La atractancia y la palatabilidad del alimento

Un alimento balanceado nutricionalmente es de poco valor si no es consumido por el camarón. Entonces la atractabilidad y la palatabilidad del alimento son críticos. El alimento con buena atractabilidad va a atraer al camarón hacia el alimento. Cuando el camarón empieza a comer el alimento debe ser palatable, por lo tanto, el camarón deberá continuar comiendo sin interrupción. Esto se puede comprobar con el uso de charolas o viendo a los camarones comer en un acuario o en una cubeta, en menos de dos minutos de que el alimento haya sido dado los camarones deben volverse activos y buscar el alimento. Si el camarón no responde al alimento, este no es atractivo y no debe de usarse.

Después de 30 minutos la vena del camarón debe estar llena, esta observación confirma que el alimento es consumido. Si los camarones toman el alimento, pero luego lo sueltan sin consumirlo, el alimento es atractivo pero no es palatable, y no debe de usarse.

4.5 Requerimientos nutricionales.

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

Es difícil determinar los verdaderos requerimientos que deben cumplir los alimentos suplementarios para organismos acuáticos, ya que primeramente no podemos determinar en que porcentaje el alimento se lixivia desde el momento de entrar en contacto con el agua hasta ser consumido y tampoco es posible determinar el aporte de la productividad primaria, además de la presencia de factores de crecimiento desconocidos (Akiyama et al., 1993).

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

La nutrición del camarón es un asunto complejo porque sus requerimientos cambian a lo largo de sus ciclos de vida, por lo que las fórmulas deben ser específicas para cada ciclo.

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

lípidos de la dieta son otra fuente de energía. Finalmente, están los ácidos grasos esenciales (componentes de lípidos), vitaminas y minerales.

Los nutrientes esenciales pueden ser muy bien diferenciados en términos cuantitativos. Las proteínas, lípidos y carbohidratos son referidos frecuentemente como macro nutrientes. Su presencia en el alimento comprende una porción substancial del espacio disponible o peso de la dieta. Los micronutrientes (ej. minerales y vitaminas) son requeridos, relativamente en poca cantidad por el camarón. El término "micro", sin embargo, no debe ser interpretado como implicando que ciertos nutrientes son menos importantes. En otras palabras, la reducción del requerimiento de cualquier nutriente esencial del alimento, puede resultar no solo en crecimiento lento, sino en una mortalidad substancial.

El término, "nivel de nutriente requerido" es frecuentemente confundido con nivel de nutriente en el alimento. No es igual decir que el camarón requiere 3% de la dieta de un nutriente esencial "x" bajo condiciones controladas, que incluir el 3% en el alimento. Proveer un requerimiento es a veces difícil en el alimento debido a la pérdida asociada en el proceso de producción (ej. alta temperatura) o a variaciones en la digestibilidad asociada con diferentes ingredientes. En otras palabras, lo que se formula no es lo que estará en el alimento procesado. Las dietas de investigación para estimar los requerimientos de nutrientes son frecuentemente preparadas con ingredientes de alto nivel de digestibilidad, aunque el rendimiento de esos alimentos seguramente será bueno, el costo para uso normal sería prohibitivo. (Akiyama y Chwang, 1999).

4.5.1 Proteínas y aminoácidos.

Es común oír el término "carnívoro" y "herbívoro" usado para referirse a especies de camarón. Estos términos son frecuentemente mal aplicados. Un carnívoro es aquel cuya dieta proteica consiste primariamente en proteína animal. Un herbívoro, en cambio, típicamente consume proteína de las plantas (ej. productores primarios tales como diatomeas bénticas). Sin embargo, para algunos granjeros, un camarón es carnívoro porque requiere de un nivel relativamente alto

de proteína en su alimentación. La proteína puede y es provista a través de una amplia gama de fuentes dietéticas de la planta (ej. soya) y de animales (ej. harina de pescado).

Estas grandes moléculas constituidas por cerca de 20 aminoácidos, son esenciales en la estructura y función de todos los organismos vivientes. Las proteínas difieren en tamaño y función y en las proporciones relativas de los aminoácidos que contienen. Algunas proteínas carecen de ciertos aminoácidos mientras que otras contienen los 20, de los cuales metionina, arginina, treonina, triptofano, histidina, isoleucina, leucina, valina, y fenilalanina son considerados esenciales para el camarón.

Estas macromoléculas son los principales constituyentes orgánicos en algunos tejidos animales representando entre 65-75 % del total del peso en base seca, las mismas que son usadas continuamente para crecimiento, reposición de tejidos y el metabolismo normal del camarón. Una proteína inadecuada en la dieta resulta en la reducción o suspensión del crecimiento, seguida por una pérdida de peso debido a la extracción de proteínas del tejido para mantener las funciones vitales. Por otro lado si suministra un exceso de proteína en la dieta, solo una parte de ella será usada para hacer nueva proteína y el resto será convertida en energía (Akiyama et al., 1993).

La nutrición proteica es, realmente, la nutrición aminoacídica; así las fuentes proteicas de la fórmula deben ser elegidas para satisfacer los requerimientos en aminoácidos esenciales de la especie determinada.

Las proteínas de origen animal son las más usadas en alimentación de camarón. La harina de pescado se encuentra en casi todas las dietas comerciales, debido a que es muy atractante, muy digesta y rica en aminoácidos esenciales, principalmente lisina y otros aminoácidos básicos. Sin embargo se debe tener mucho cuidado con su calidad; una buena harina de pescado deben tener pocos

lípidos y cenizas, un bajo índice de peroxidación de lípidos y no debe contener histamina. Aún las mejores harinas de pescado no deben de ser incluidas en niveles que excedan un 40% (en el caso de dietas para *Litopenaeus vannamei*), para que no haya una depresión del crecimiento. Las razones de este efecto no son bien conocidas. Se puede obtener un efecto benéfico de otras fuentes de proteínas como son: los solubles o concentrados proteicos de pescado, las harinas de camarón y de calamar. En el caso de esta última se ha encontrado que su efecto sobre el crecimiento del camarón se debe a que contiene un factor de crecimiento que actualmente está siendo purificado (Cruz Suárez, 1987).

El uso de proteínas de origen animal tales como harina de carne y sangre está limitada principalmente por su contenido en ácidos grasos saturados.

Las proteínas vegetales son usadas en menor grado en las dietas para camarón porque son menos atractantes, y su composición en aminoácidos es menos balanceada. También contienen ácidos grasos de cadena más corta que los productos marinos, a menudo de las series N6, y muchas contienen productos tóxicos como el factor antitripsico de la soya, el gossypol del algodón etc. aflatoxinas u otros hongos muy tóxicos. Debido a esto la proteína vegetal debe seleccionarse con mucho cuidado. En la práctica sólo las mejores proteínas vegetales conocidas son usadas para ciertas especies, por ejemplo la harina de pasta de soya. Las levaduras desprovistas de factores antinutricionales y las bacterias fermentadoras de alcoholes son otra buena fuente de proteína para crustáceos. Substituciones de hasta un 30% se han revelado eficaces, mientras que porcentajes mayores requieren suplementación con aminoácidos libres.

El nivel de proteína óptimo es casi independiente de la temperatura y moderadamente relacionado con la talla y edad (Guillaume, 1997).

La diferencia de contenido proteico es usualmente atribuida a las diferencias de "requerimiento" mostrada por las especies (se sabe que *Marsupenaeus japonicus*

crece bien con dietas con altas concentraciones de proteína, mientras al *Litopenaeus vannamei* se le ofrece alimentos con bajos niveles de proteína (aproximadamente 30-35%). Muchas de estas conclusiones son, desafortunadamente, de anécdotas o de experiencias no documentadas.

"Requerimiento de proteína" es frecuentemente mal empleado para denotar el contenido o nivel de proteína en el alimento. Los nutricionistas reconocen que proveer la proteína adecuada implica tres factores: 1) requerimiento de aminoácidos esenciales; 2) digestibilidad general de proteínas dietéticas; 3) nivel de consumo del alimento. Hay poca información disponible sobre los requerimientos de aminoácidos esenciales para el camarón. Las guías para incluir estos aminoácidos esenciales en los alimentos se han desarrollado por muchos años a través de "ensayo y error".

En términos de digestibilidad, los alimentos pueden ser formulados para contener 50% de proteína cruda, del cual relativamente poco puede estar "biodisponible" (ej. Harina de pluma) o, al contrario, contener 20% de proteína, siendo la mayor parte altamente digerible (ej. caseína). Ninguno de estos escenarios se aplica a los alimentos comerciales para camarón. Las fuentes de proteína más usadas en alimentos para camarón son harina de pescado y de soja, que contienen proteína razonablemente bien digerida (alrededor de 80%) por el camarón, pero no todas las fuentes tienen la misma calidad o digestibilidad. Por ejemplo, la harina de pescado puede estar en un rango de proteína entre 58% y 68% (en materia seca). Por esta razón, los camaroneros deben tener cuidado de la calidad de la proteína usada en los alimentos. Los fabricantes de alimento deben poner a disposición de los productores los reportes de digestibilidad de las fuentes de proteína usadas (ellos hacen esta prueba rutinariamente).

Tal como se ha mencionado anteriormente, lograr el "requerimiento" de proteína en el alimento no implica un adecuado consumo. Ofrecer al camarón un alimento que contiene 30% de proteína, no implica que su consumo equivalga a satisfacer

el requerimiento en el 100%. Por ello, los niveles de "requerimiento" de proteína determinado bajo condiciones controladas con alimentos conteniendo altos niveles de atractabilidad pueden no ser traducido a crecimiento similar bajo las condiciones prácticas del estanque. La estimación del "requerimiento" de proteína del camarón requiere de conocer el contenido de proteína en el alimento, su digestibilidad en términos de aminoácidos esenciales y la tasa de consumo promedio bajo las distintas condiciones ambientales. (Guillaume, 1997).

4.5.2 Minerales y vitaminas

Con frecuencia, el Fósforo y Calcio son los minerales más limitantes en la formulación de alimentos comerciales para la producción de camarones. El Fósforo es único ya que se encuentra únicamente como un sólido y no se solubiliza en agua. Puede encontrarse en muchas plantas verdes o granos en forma indigerible conocido como fitato o ácido fítico. Por esta razón, al analizar su digestibilidad, solo un tercio a un cuarto del fósforo en alimentos a base de soja es considerado disponible para el camarón. Para proveer una adecuada dieta en fósforo, se debe incluir en una forma purificada (ej., Fósforo monobásico, dibásico, tribásico). Estas formas purificadas también tienen digestibilidad variable. El contenido de Fósforo total de alimentos para camarón usualmente es de 1.5-2.5% (como base alimenticia), pero solo alrededor de 50% de ello está disponible para el crecimiento del camarón.

En el pasado, la mayoría de nutricionistas recomendaban alimentos con una razón Calcio: Fósforo de 2:1(Calcio a Fósforo disponible). Mantener esta razón ha sido difícil, debido a la tendencia a tener exceso de Calcio en la mayoría de formulaciones de alimentos comerciales para camarón. Por esto, generalmente se suplementan las formas purificadas de Fósforo. También se considera que suficiente calcio debe estar disponible en el agua del estanque para propósitos dietéticos a través de la absorción por las branquias. En efecto, éste es probablemente el caso de la mayoría de trazas o microminerales encontrados.

Los paquetes vitamínicos (con suplementos minerales) son componentes necesarios de los alimentos comerciales para camarón solo cuando la productividad natural del estanque no es adecuada (muy altas densidades de siembra). Muchos alimentos para camarón son frecuentemente suplementados con paquetes de premix de vitaminas o precursores de vitaminas. Estos son generalmente incluidos de una forma preventiva contra infecciones de virus y bacterias patógenos. Por ejemplo, los carotenoides (ej., beta-caroteno) son a veces recomendados para prevenir epizootias. A bajas densidades de siembra (15/m²), los premix de vitaminas y minerales generalmente no se incluyen en alimentos comerciales. Probablemente el mejor criterio para decidir sobre el uso de premix requerirá la evaluación de: los niveles de productividad, prevalencia de enfermedades, densidades de siembra y factores ambientales individuales para cada granja. (Guillaume, 1997).

4.5.3 Carbohidratos

Los conocimientos actuales sobre la nutrición glucídica son muy fragmentarios. Desde el punto de vista aplicado aún no se conoce el valor nutritivo real de innumerables fuentes de polisacáridos vegetales o animales.

Los carbohidratos pueden usarse como fuente de energía, como reserva de glucógeno, en la síntesis de quitina, ácidos nucleicos y en la formación de esteroides y de ácidos grasos. Se ha demostrado en Litopeneidos que la glucosa obtenida de digestión de polisacáridos es mejor asimilada que la glucosa pura. La mayoría de las especies de camarón no son capaces de asimilar grandes cantidades de carbohidratos por su limitada digestión de almidones. Pero aún para las especies más carnívoras el uso de carbohidratos es recomendable, ya que puede ser una buena fuente de energía ahorrando cantidades substanciales de proteína. Algunos tipos de almidones son también usados como agentes aglutinantes.

El aporte de glucosamina que se utiliza en la síntesis de quitina en una proporción de 0.53% de la dieta aumenta la tasa de crecimiento. (Rodríguez, 1999),

4.5.4 Lípidos

Con respecto a la nutrición lipídica se sabe que los crustáceos usan generalmente bien las grasas como fuente de energía y como una fuente de ácidos grasos esenciales, necesarios para el crecimiento normal y la sobrevivencia de los animales.

Los lípidos sirven además como vehículos de las vitaminas liposolubles y proveen otros compuestos, como esteroides y fosfolípidos, que son esenciales para el buen funcionamiento metabólico del camarón. Los requerimientos cuantitativos de lípidos no han sido bien determinados y varían según la especie, pero en general la mayoría de los autores dan valores entre 4 y 9% de la dieta. Se ha observado, para diferentes especies de camarón, que un contenido mayor del 15% de lípidos en la dieta produce un retardo en el crecimiento, además de producir un problema de orden tecnológico, ya que esos altos niveles impiden la compactación de las harinas, disminuyendo la estabilidad del alimento en el agua. Tacon (1987), recomienda un porcentaje mínimo de 10% de lípidos y una relación 5:1 de lípidos de origen marino y vegetal. Los ácidos grasos poliinsaturados linoleico (18:2n6), linolénico (18:3n3), ecosapentaenoico (20:5n3) y docohexaenoico (22:6n3) (Kanazawa et al.; Jones et al., 1979) no pueden ser sintetizados y por lo tanto son considerados como esenciales.

4.5.5 Energía.

La energía no es un nutriente pero si un producto de la absorción y metabolismo de los componentes orgánicos de los alimentos (Rodríguez, 1999), como son las proteínas, lípidos y carbohidratos. Los peces y crustáceos utilizan preferentemente las proteínas como fuente de energía, debido en primer lugar a la pobre utilización de fuentes de carbohidratos de poca digestibilidad, lo cual ha sido mejorado notablemente con el proceso de la gelatinización de estos (Davis y Arnold; 1993;

Romero, 1999), y por otra parte a que los lípidos solo pueden utilizarse hasta cierto porcentaje de inclusión en la dieta (10 %), niveles superiores a éste provocarían anormalidades en el hepatopáncreas de los animales, disminución en el crecimiento e incrementos en las mortalidades.

Los camarones requieren de energía para el crecimiento, actividad muscular y la reproducción (Akiyama et al., 1993), estos toman la energía de la oxidación del alimento. La cantidad de energía que necesita un organismo depende de la etapa del ciclo biológico en la que se encuentra, de la estación y de las condiciones medioambientales. Un organismo necesitará más energía por unidad de peso en sus etapas iniciales que en estado adulto; así mismo, la temperatura ambiente tiene un efecto determinante en la velocidad metabólica de los organismos (Rodríguez, 1999).

Se considera que los organismos acuáticos tienen requerimientos energéticos menores que los animales terrestres debido a que son poikilotermos, es decir regulan la temperatura corporal a la del medio, requiriendo menos energía para mantener su posición y para moverse en el agua en comparación con los organismos terrestres. Además los desechos nitrogenados son excretados en forma de amoníaco, en vez de urea o ácido úrico, perdiendo menos energía en el catabolismo proteico y la excreción de desechos nitrogenados (Cruz, 1996).

Los requerimientos de energía metabólica en el camarón están influenciados por varios factores como son: la temperatura del agua, la especie, la edad, la actividad, la condición física y las funciones corporales. Otros parámetros como: concentración de oxígeno, pH y salinidad pueden afectar también los requerimientos energéticos.

La energía digestible de ingredientes no ha sido determinada para camarones. Los camarones utilizan preferentemente la proteína como fuente de energía, pero conociendo el requerimiento de cada especie existe la posibilidad de utilizar los

carbohidratos, además de los lípidos como fuente de energía en la dieta. Un método simple para proveer niveles adecuados de energía en alimentos para camarón es mantener una proporción proteína: lípidos de aproximadamente 6:1.

4.6 Bioenergética del camarón relacionado con la nutrición

Para el mantenimiento de la maquinaria energética los organismos acuáticos requieren energía y compuestos químicos vitales en la forma de alimento. El alimento, transformado en energía finalmente se traduce en biomasa la cual, en un sistema de cultivo puede ser cosechada o dispuesta en el ecosistema para el siguiente nivel trófico. Los procesos de alimentación involucran una serie de complejas interacciones las cuales pueden ser agrupadas en dos funciones: la percepción y captura y la ingestión y asimilación del alimento.(10)

Algunos atrayentes, sustancias químicas o factores fisiológicos (hormonas, secreciones, etc.), causarán que el organismo se oriente hacia la fuente alimenticia. Este comportamiento puede ser complejo pues inicia una serie de procesos mecánicos, bioquímicos y fisiológicos que pueden requerir de la inversión de una considerable cantidad de energía. Los mecanismos de ingestión varían con el tamaño y tipo de alimento preferido por los organismos. Diversos estudios han demostrado que los camarones Litopeneidos prefieren distintos tipos de alimento los cuales están relacionados con los cambios morfológicos, bioquímicos, fisiológicos y de comportamiento experimentados durante su ciclo de vida. Las fases larvarias han sido alimentadas fundamentalmente con alimento vivo (algas unicelulares, rotíferos y nauplios de Artemia) mientras que los juveniles y los adultos crecen y se reproducen exitosamente cuando se les ofrecen fragmentos de calamar, camarón, moluscos, almejas, ostiones y alimento peletizado formulado con harina de pescado, soya etc., (para revisión véase McVey (Ed), 1993).(10)

4.6.1 Digestibilidad.

La digestibilidad está determinada por la biodisponibilidad de nutrientes de un ingrediente o alimento, es decir es la determinación de la capacidad del aparato digestivo de un organismo para convertir un alimento en sustancias útiles para su nutrición (Cruz et al., 2000). Esto se puede cuantificar con la fracción del nutriente en el alimento ingerido que no es excretado en las heces (National Research Council, 1993).

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

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

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

V.- MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Ubicación del experimento

El experimento se llevó a cabo en las instalaciones de la Estación Biológica Marina y Acuícola (ESBIMA) ubicada en la Isla Santa Lucía del Estero de Las Peñitas, León Nicaragua. Coordenadas 498479mE y 1366158mN.

5.2 Diseño del dispositivo experimental.

Se utilizaron recipientes con una capacidad de 50 litros de agua cada una, estas se conectaron a un sistema de agua abierto, permitiendo la circulación del agua (tasa de renovación diaria del 100%). El agua utilizada en este experimento provino de un tanque contenedor de asbesto con una capacidad de 1000 litros (1m³), a partir del tanque se instaló el sistema de agua que consistió en una red de tubería de pvc de 3/4" de diámetro, al final de la tubería se instaló un cerebro (sistema de distribución de agua) en el que se colocaron llaves para controlar el flujo de agua de entrada estas a su vez se le instalaron ramificaciones compuestas por mangueras las cuales transportaban el agua a las tinas del experimento.

La salida del agua se hizo utilizando mangueras de suero con sus respectivos reguladores que nos permitió controlar el flujo de salida, teniendo al final de cuentas un sistema controlado de flujos continuos con entrada y salida de agua las 24 horas del día.

5.3 Toma de agua

La toma de agua se hizo desde del estero Santa Lucia, Las Peñitas, con una bomba de agua Marca STA-RITE, Modelo JHHG-53HL de 2 1/2 hp, el agua fué filtrada y luego almacenada en el tanque contenedor de asbesto de 1000 lts.

5.4 Aireación

El aire proviene de un blower marca BALDOR Industrial Motors de 3hp, y es transportado por medio de una tubería de PVC, hasta el tanque contenedor de agua, este sistema de flujo de agua y de aire permitió que cada una de las tinas tenga aireación y agua de manera continua durante las 24 horas del día.

5.5 Descripción del experimento

El experimento consiste en realizar una comparación en el crecimiento del camarón *Litopenaeus vannamei* inducido por la utilización de dos tratamientos con tipos de alimentos comerciales utilizados comúnmente en la camaronicultura: Nicovita y Purina.

Cada tratamiento consta de tres repeticiones, El tamaño de la unidad experimental está definido por 6 recipientes dividido en dos con tres recipientes para cada tratamiento; la capacidad los recipientes es de 50 lts, para un volumen total del experimento de 300 lts y un área por recipiente de 0.2m². Para un área por tratamiento de 0.6m² y un área total de 1.2m².

En los tratamientos se utilizaron un total de 36 postlarvas con un promedio de peso de 0.07g con una cantidad de 6 postlarvas para cada repetición, a relación de una densidad de 6camarones/0.2m² equivalente a 30 cam/m². La duración del experimento fue de 5 semanas, los camarones fueron pesados semanalmente, para estimar el ritmo de crecimiento, la tasa de crecimiento y posteriormente la biomasa.

5.6 Aclimatación y siembra

Para el experimento se utilizaron postlarvas (pl24) de *Litopenaeus vannamei* procedentes del Laboratorio de Levantamiento Larvario Miramar Camanica perteneciente al grupo PESCANOVA. Estos primeramente pasaron por un proceso de aclimatación previa donde se introdujeron en un estanque de 4.5m², tomándose los parámetros de salinidad y temperatura; posteriormente luego de

estar establecidos y fijado el dispositivo experimental con el respectivo llenado de las tinas, se extrajeron las postlarvas del estanque contenedor con la utilización de un chayo y subsiguiente se realizó un conteo individual y con la ayuda de una cuchara pequeña hasta alcanzar la cifra de 36 postlarvas, para distribuir las en los 2 tratamientos. En lo que corresponde a la aclimatación propiamente dicha, se tomó el parámetro salinidad y temperatura de cada tina por tratamiento y se tomaron estos parámetros en el estanque contenedor de las postlarvas, se realizaron las actividades pertinentes: toma de parámetros cada 10 minutos y la adición de agua en las tinas de tratamientos hasta alcanzar la misma salinidad y temperatura. Luego se pasó al proceso de siembra.

5.7 Operacionalización de variables

a) Para monitorear los factores físico-químicos, determinantes de la salida de agua del experimento, se utilizaron equipos adecuados de medición de oxígeno, temperatura, pH y salinidad, tales como Oxigenómetro, pHmetro, salinómetros. La medición de estos parámetros se realizó in situ diariamente durante las 5 semanas del experimento en las primeras horas de la mañana y por la tarde.

5.7.1 Salinidad

Para la toma de este parámetro se utilizó el salinómetro marca ATAGO, este se calibró añadiendo una gota de agua dulce en el sensor del aparato, Para la medición con la ayuda de un gotero se tomaba una muestra de agua de cada recipiente y se le añadía al sensor del aparato.

5.7.2 pH

Para la toma de este parámetro se utilizó el pHmetro marca pHtester 20, se calibró utilizando una solución buffer de 4.1, 7.0 y 10.1 de concentración.

se midió introduciendo el electrodo en el recipiente de agua hasta la profundidad marcada con anillo negro en el aparato. Estos parámetros se midió una vez al día en horas de la mañana entre 9 y 10am.

5.7.3 Oxígeno y temperatura

Para la toma de estos parámetros primeramente se calibró el oxigenómetro Marca YSI 55 introduciendo los valores de salinidad previamente tomados, la toma se hizo introduciendo el electrodo del Oxigenómetro hasta la parte media de la columna de agua de la tina, en lo que respecta a la temperatura los valores se obtuvieron de la misma toma con el mismo aparato. Las tomas de estos parámetros se realizaba dos veces al día a las 8 am y 4 pm.

5.8 Cálculo del alimento suministrado y aplicación de alimento

Para conocer las dosis de alimento a suministrar en nuestros tratamientos, se hizo necesario recurrir a tablas de alimentación ya establecidas en el campo de la camaronicultura.

De acuerdo a los muestreos de crecimientos semanales, así tomábamos en cuenta el valor del peso promedio y la biomasa total de los animales en cada repetición en acuerdo a los pesos que presentábamos. Los valores de porcentajes de peso utilizados se basaron en tablas de alimentación predefinida siendo el porcentaje del peso BW de un 10% equivalente al peso promedio de las PLS que no superan el gramo. De las cuales de acuerdo a los valores de pesos promedios y biomasa obtenidas así se calcularon las dosis diarias.

La fórmula para calcular el alimento suministrado es la siguiente:

$$B_t = W_t N_t (10)$$

Dónde:

W_t = peso promedio de los organismos al tiempo "t".

Nt= número de organismos vivos al tiempo “t”.

Con una regla de tres:

Bt/x ----- 100%/bw (body weight) = total de alimento suministrado

5.8.1 Raciones diarias de alimento

El alimento se aplicó en dos raciones diarias equivalentes al 60% durante la mañana, (1ra aplicación 8:00am) y el 40% durante la tarde, (2da aplicación 4:00pm).

5.9 Registro de incrementos de crecimientos

Para registrar el incremento en peso de los camarones, se pesaron cada semana por medio de una balanza gramera marca Scout Pro de OHAIO con capacidad de 200 gramos. Para esto se extraían los camarones con la ayuda de un jamo y se colocaban en un bidón con capacidad de 20 litros de agua.

Para validar cuál de los alimentos es el más adecuado para el crecimiento de los camarones, se tomaron en cuenta los datos del peso registrados de los dos tipos de alimentos para así compararlos. Con estos datos se obtuvieron el factor de conversión alimenticia, La tasa de crecimiento, el ritmo y principalmente la biomasa obtenida, lo cual nos brindó el resultado de de los dos alimento es más eficiente para determinar el crecimiento del camarón.

5.10 Cálculo del campo de crecimiento

5.10.1 Calculo de índice de conversión alimenticia

Índice de conversión alimenticia =
$$\frac{\text{cantidad de alimento suministrado}}{\text{Producción neta de camarones}}$$

5.10.2 Calculo de la sobrevivencia

La supervivencia (S) se calculara por la fórmula:

$$S = (\text{No. Animales Finales} / \text{No. Animales Iniciales}) \times 100.$$

5.10.3 Calculo del ritmo de crecimiento

$$C = (\text{peso actual} - \text{peso anterior}) = \text{ganancia de la semana}$$

5.10.4 Determinación de la biomasa

Con objeto de determinar la biomasa para cualquier tiempo, se multiplicó el número de organismos existentes en cada tiempo por su peso promedio en ese tiempo, esto es, la biomasa (Bt) está dada por la relación:

$$B_t = W_t N_t \quad (10)$$

Donde:

W_t = peso promedio de los organismos al tiempo "t".

N_t = número de organismos vivos al tiempo "t".

5.10.5 Determinación de la tasa de crecimiento

$$T.C = (\text{LOG } P_F - \text{LOG } P_I / 2) * 100$$

Dónde:

T.C = Tasa de crecimiento

LOG P_F = Logaritmo de peso final

LOG P_I = Logaritmo de peso inicial

VI.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Factores físico-químicos

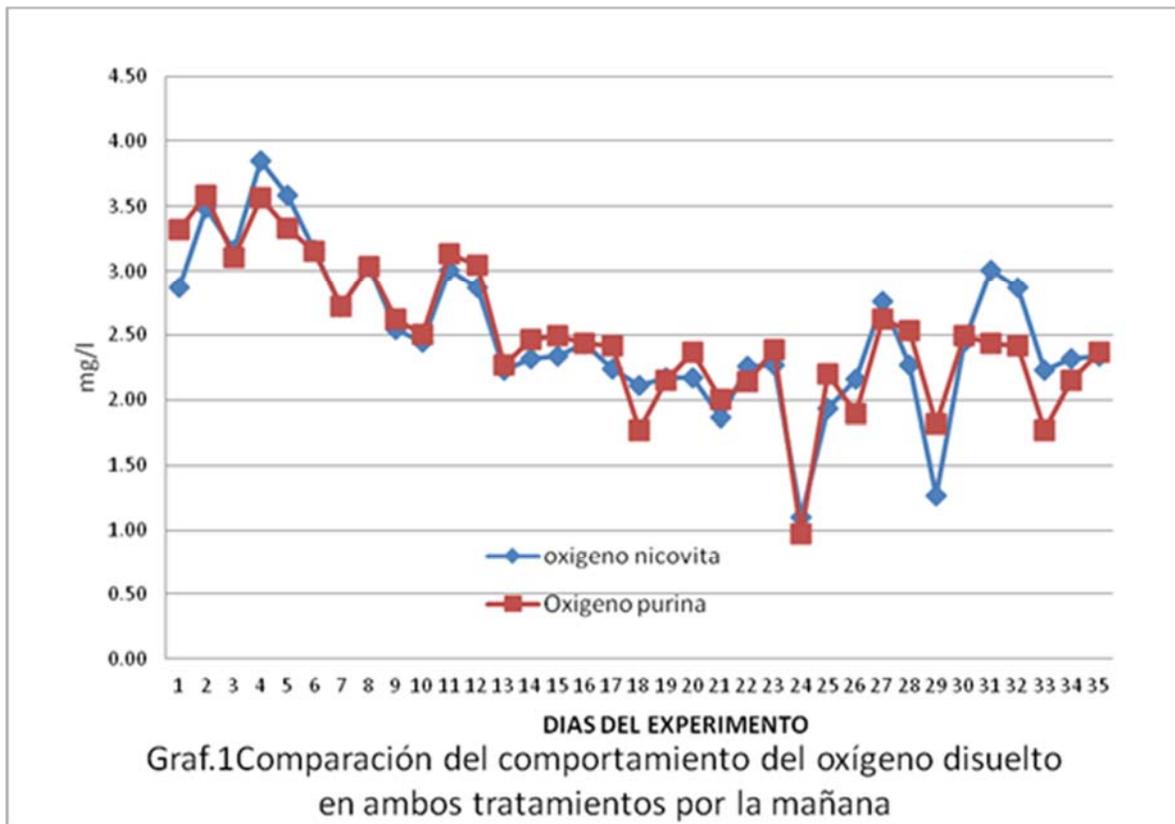
6.1.1 Oxígeno disuelto

Los valores de oxígeno disuelto por la mañana estuvieron oscilando entre 2.5mg OD/lit - 3.5mg OD/lit valores que son permitidos en el crecimiento de *Litopenaeus vannamei* En estudios realizados (Martínez, 1998) sobre el efecto de la concentración de oxígeno disuelto sobre el crecimiento del camarón, se reporta que con valores menores de 3 mg OD/lit de oxígeno disuelto, existe un freno metabólico en el camarón y por lo tanto su crecimiento disminuye. La muerte ocurre cuando llega a los 1.3 mg OD/lit por más de una hora, por lo que tuvimos mucho cuidado y los días que el oxígeno estuvo en 1mg OD/lit como es el caso del día 24 el recambio de agua fue mayor hasta recuperar la concentración de oxígeno deseado este valor de 1mg OD/lit se mantuvo por apenas 20 minutos por lo que no tuvimos ninguna muerte en los dispositivos.

En nuestros experimentos como se muestra en el gráfico 1. en ningún momento tuvimos saturación de oxígeno ya que contábamos con aguas totalmente cristalinas y no teníamos en lo absoluto algas que lo proporcionaran, vemos que en el día 4 obtuvimos la concentración más alta que fue de 3.9mg OD/lit.

En cuanto a la comparación entre los alimentos notamos que no hubo diferencias numéricas en cuanto a las concentraciones de oxígeno, esto significa que fue posible controlar esta variable y que no fue una limitante en el crecimiento del camarón.

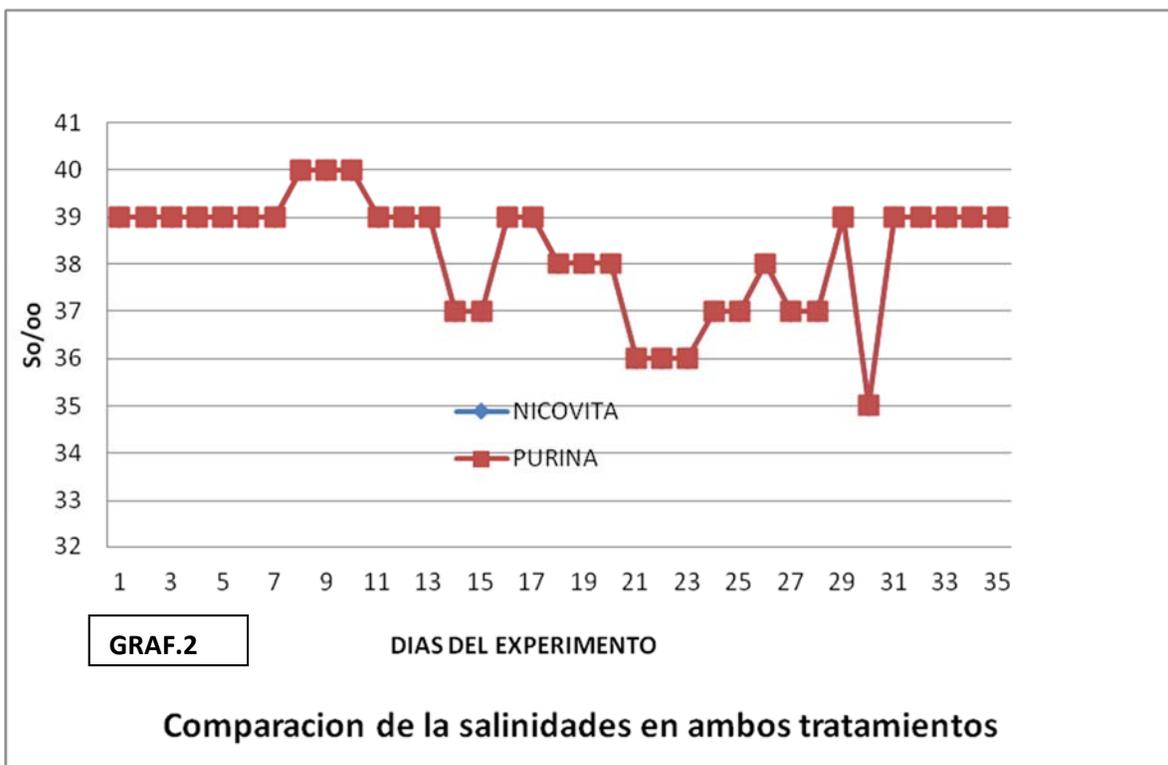
En lo que respecta a los valores de oxígeno disuelto por la tarde estos varían un poco con en relación a los valores de la mañana. Se puede ver que al igual que el de la mañana se mantiene en 2.5mg esto debido a que el sistema tanto de agua como de aireación trabajan de la misma manera durante todo el día, por otro lado nuestro experimento carecía de producción de oxígeno por parte de las algas que normalmente aumentan este gas por las tardes.



6.1.2 Salinidad

El gráfico #2. muestra que los valores de salinidad se mantuvieron entre 35-38 So/oo, sin embargo algunos días nos presentó problemas a como reflejamos en el gráfico con salinidades de hasta 40 So/oo esto debido a que el tanque reservorio lo teníamos ubicado a más de 4 mts de altura lo que hacía que el agua se evaporara y la concentración de salinidad fuera mayor por esta razón en los gráficos de crecimiento que observaremos a continuación veremos que no obtuvimos crecimientos óptimos y una de las causas fue precisamente las altas salinidades que en algunos días obtuvimos ya que según Franco (1990), propone como intervalo óptimo para la crianza de camarones marinos *Litopenaeus vannamei* es de 15 a 30 So/oo de salinidad por lo que es muy probable que hayan causado problemas osmóticos y de regulación iónico a los camarones así que la energía proporcionada por el alimento suministrado se debió haber utilizado en parte en la compensación iónica restándole de esta manera su crecimiento.

Cabe destacar que nuestro experimento fue basado en la comparación de dos alimentos comerciales y debido a que las agua de las que abastecimos todas las repeticiones de ambos alimentos fueron las mismas, podemos decir, que si bien es cierto que las salinidades estuvieron superior a los intervalos propuestos por Franco (1990), también es cierto que los problemas osmóticos que causa son leves y pueden ser superados cuando se presenta en períodos cortos (Martínez. 1998, Comunicación personal). Así mismo, como las salinidades en las dos condiciones experimentales tenían el mismo origen, no incidieron en desbalance a favor de ninguna variable estudiada.

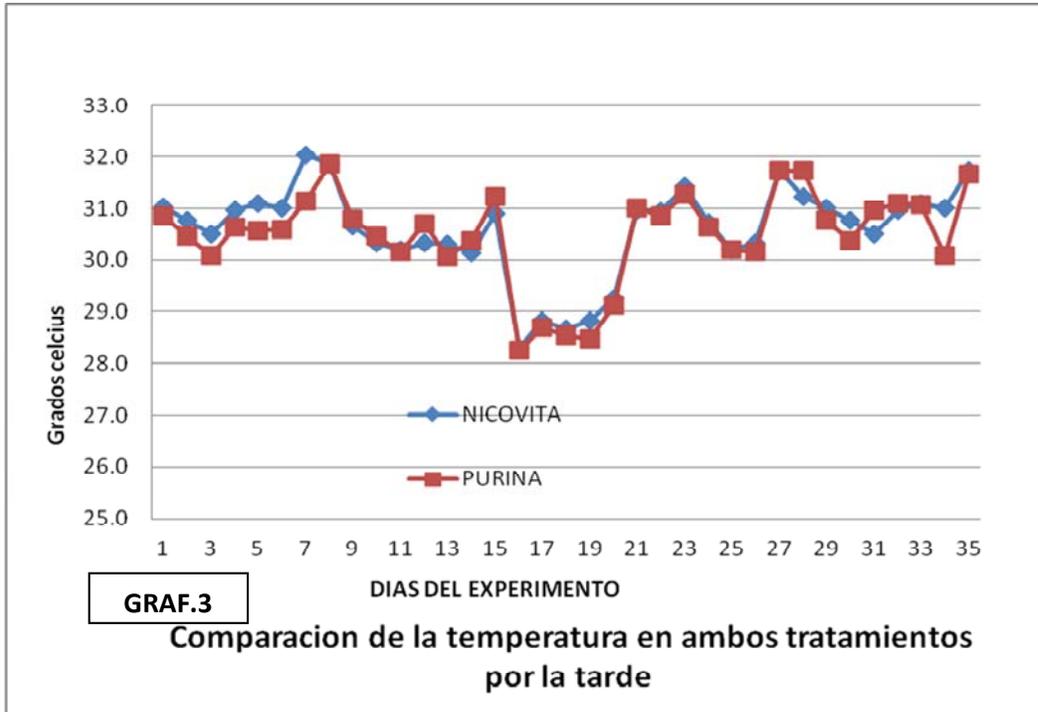


6.1.3 Temperaturas

Los valores de las temperaturas registradas en las horas de las tarde se muestran en el gráfico # 3, la temperatura más alta registrada fue de 32°C. Este valor en contraste con el mostrado por Martínez (1993) de 33°C en periodos prolongados puede ser peligroso en el crecimiento y sobrevivencia de esta especie.

Debido a que el experimento contaba con sistemas controlados de entrada y salidas de agua en el momento que se presentaban temperaturas altas procedíamos a abrir los flujos tanto de entrada como de salida para controlar las temperaturas y otras variables, notemos también que la temperatura más baja fue de 28.2°C valor que está dentro del intervalo optimo en la crianza de camarones, y en promedio los rangos de temperatura se presentaron entre 30 y 31°C por lo que comprobamos que por la tarde en cuanto a temperatura obtuvimos valores adecuado para este tipo de cultivo.

En cuanto a la comparación entre los alimentos la temperatura no fue una variable que haya afectada ya que las diferencias entre los dispositivos fueron apenas notables.



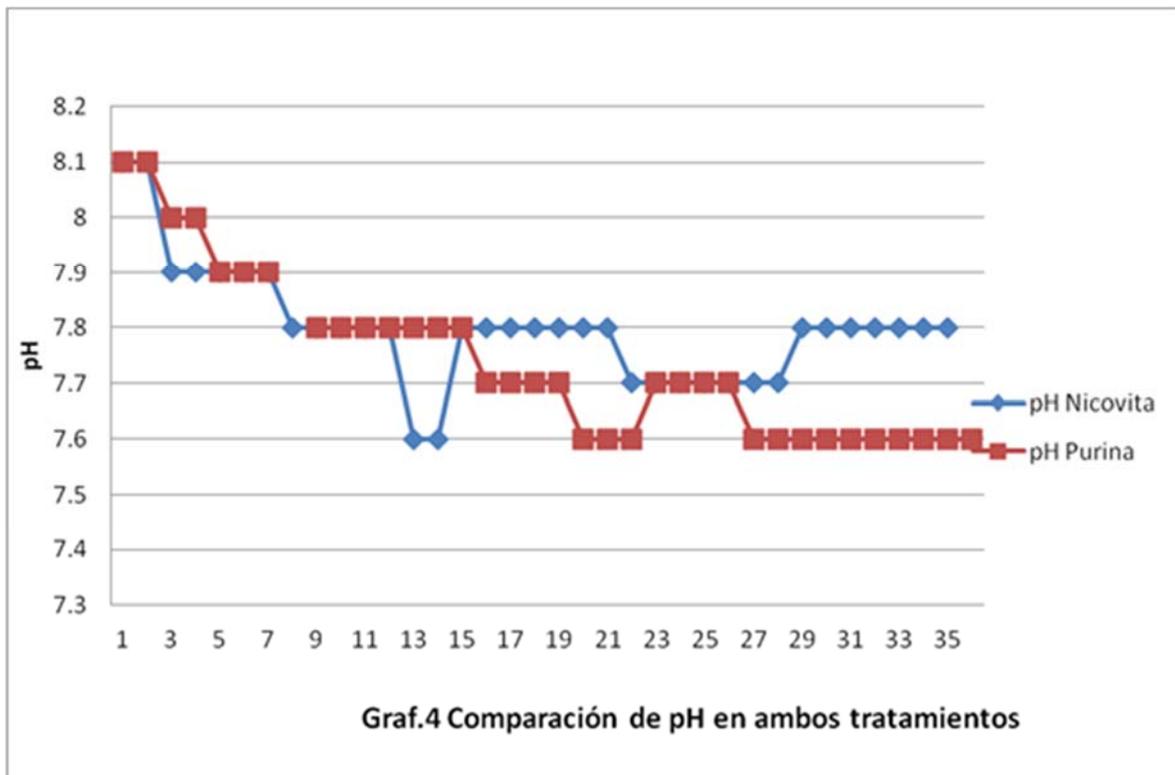
6.1.4 pH

Los valores de pH, durante las 6 semanas oscilaron entre 8.1-7.6 Véase gráfico 4.

El intervalo óptimo para el camarón, fluctúa de 7.5- 8.5. Es recomendable que el pH del agua no presente grandes fluctuaciones, ya que esto aumenta la susceptibilidad al ataque de parásitos y enfermedades (Santamaría, 1991) pH de 3.5 causa la muerte de los camarones, y sube el dióxido de carbono. La acidez baja la fertilidad, baja la producción natural de alimento, y provoca crecimiento lento de los camarones (Martínez et al, 1994).

Entonces podemos afirmar que los valores de pH obtenidos durante este experimento no fue un factor limitante en el crecimiento de los organismos ya que estos se encuentran dentro de los rangos óptimos.

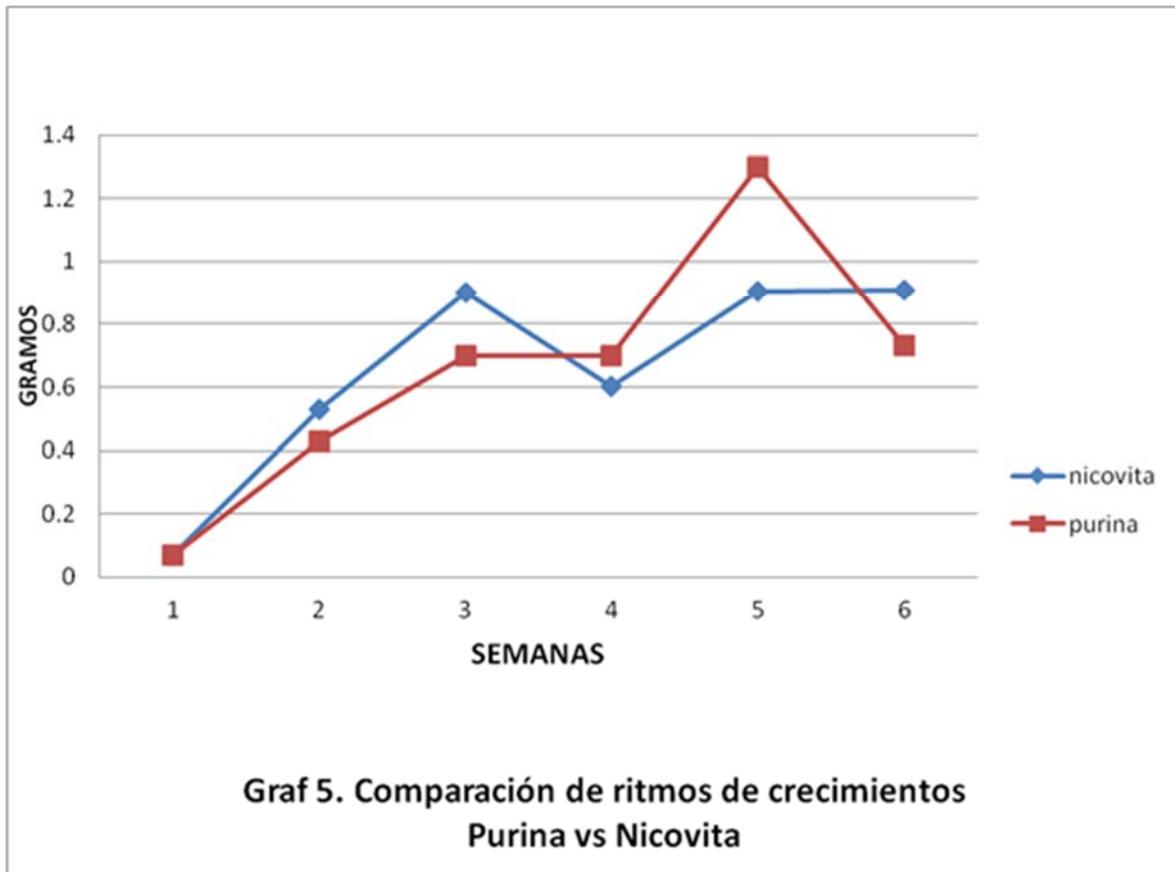
Se nota una disminución de los valores de pH a medida transcurren los días en ambos tratamientos esto debido a los componentes generados por el alimento suministrado como principal factor de esta variación.



6.2 Ritmos de crecimiento

Los organismos alimentados con el alimento Nicovita empezaron con un incremento de peso de 0.1gr/semana al igual que empezaron los alimentados con purina sin embargo notamos que aunque Purina tuvo el pico más alto en la semana 5 con 1.3grs/semana en crecimiento; los animales alimentados con Nicovita obtuvo un crecimiento más uniforme y constante manteniendo su promedio de crecimiento en 0.9gr en la semana 3, 5, 6 superior al promedio de crecimiento que presentó Purina que fue de 0.7gr en las semanas 3, 4, 6.

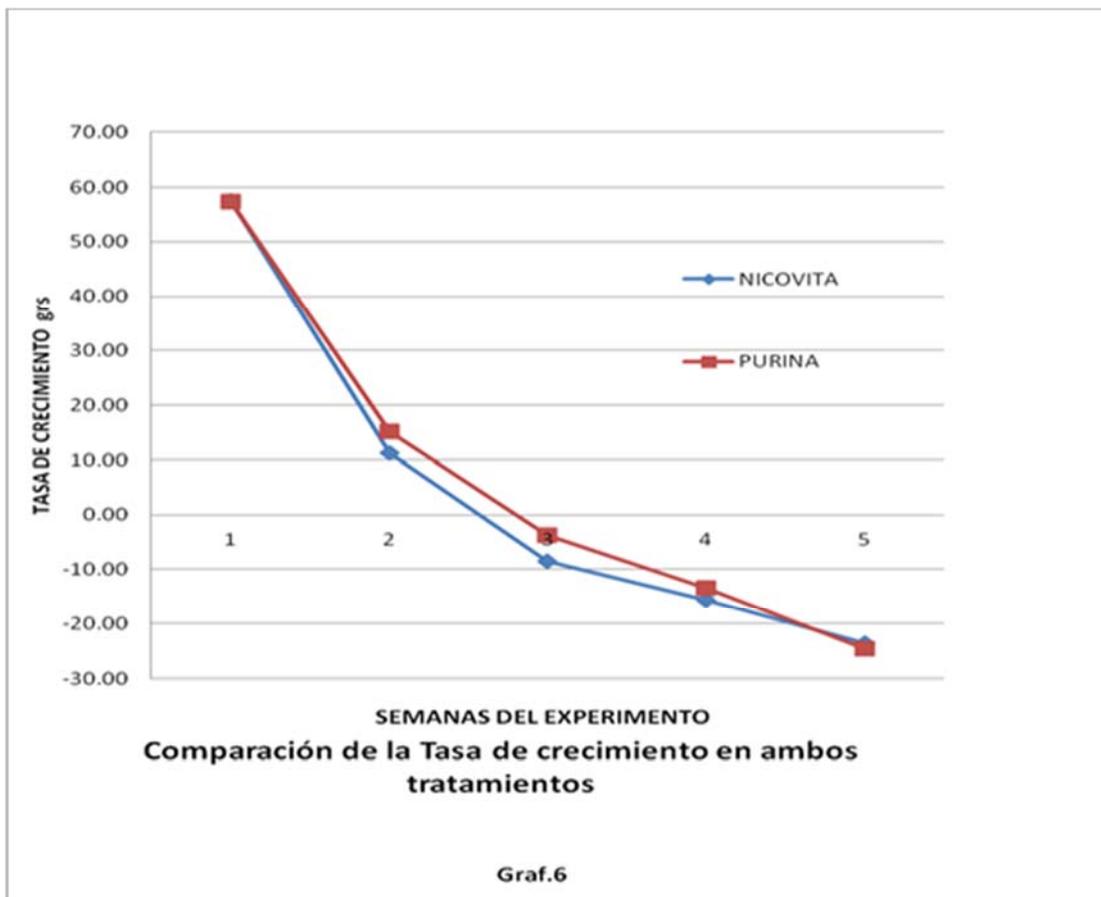
Díaz, E. 1992. señala que teóricamente en un cultivo de camarón marino del género *Litopenaeus* se espera encontrar incrementos mínimos por semana que correspondan aproximadamente a 1 gramo semanal, esto en óptimas condiciones de cultivo o en su medio natural. Cuando comparamos los dos tratamientos al final de la semana número 6 nos damos cuenta que los camarones alimentados con Nicovita mantiene una diferencia numérica superior obteniéndose el valor más alto durante la 3ra semana que fue de 0.9grs distinto a los alimentados con Purina que fue de 0.7grs. En ninguno de los dos tratamientos se logra mantener crecimientos como los citados en la bibliografía esto se debe a que las aguas con las que nosotros trabajamos son totalmente cristalinas ya que se pasaban por un filtro de 50 micras con el objetivo de no inocular algas al medio, así logramos mantener las variables con la menor variación posible.



6.3 Tasa de crecimiento

En *Litopenaeus vannamei* se consideran que tasas de crecimiento de 1.5-2.0 gr./semana, son bastante excepcionales; pero no difíciles de alcanzar. Esta tasa se logra en los primeros 30 a 60 días 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 (que son bastante buenos) hasta llegar a la talla de cosecha. Cuando se tienen valores de 0.5 gr./semana como está sucediendo actualmente, se considera que la tasa de crecimiento es pobre o mala. (Talavera,1998).

En el siguiente gráfico se puede observar que a medida que transcurre el tiempo en semanas, los valores de la tasa de crecimiento disminuyen en gramos según la aplicación de la fórmula logarítmica de la tasa de crecimiento, lo que significa que la tasa de crecimiento en los camarones en función del tiempo es inversamente proporcional. Notemos así que en la primer semana del experimento obtuvimos valores de 60 gramos en ambos tratamientos los cuales fueron superiores al de la siguiente semana con valores de 10 grs y 12 grs notando una diferencia mínima en ambos tratamientos en esta semana y así sucesivamente hasta culminar con la semana 6, donde los valores obtenidos fueron incluso negativos obteniendo valores de (-25 grs) lo que sustenta la afirmación del crecimiento en función del tiempo.

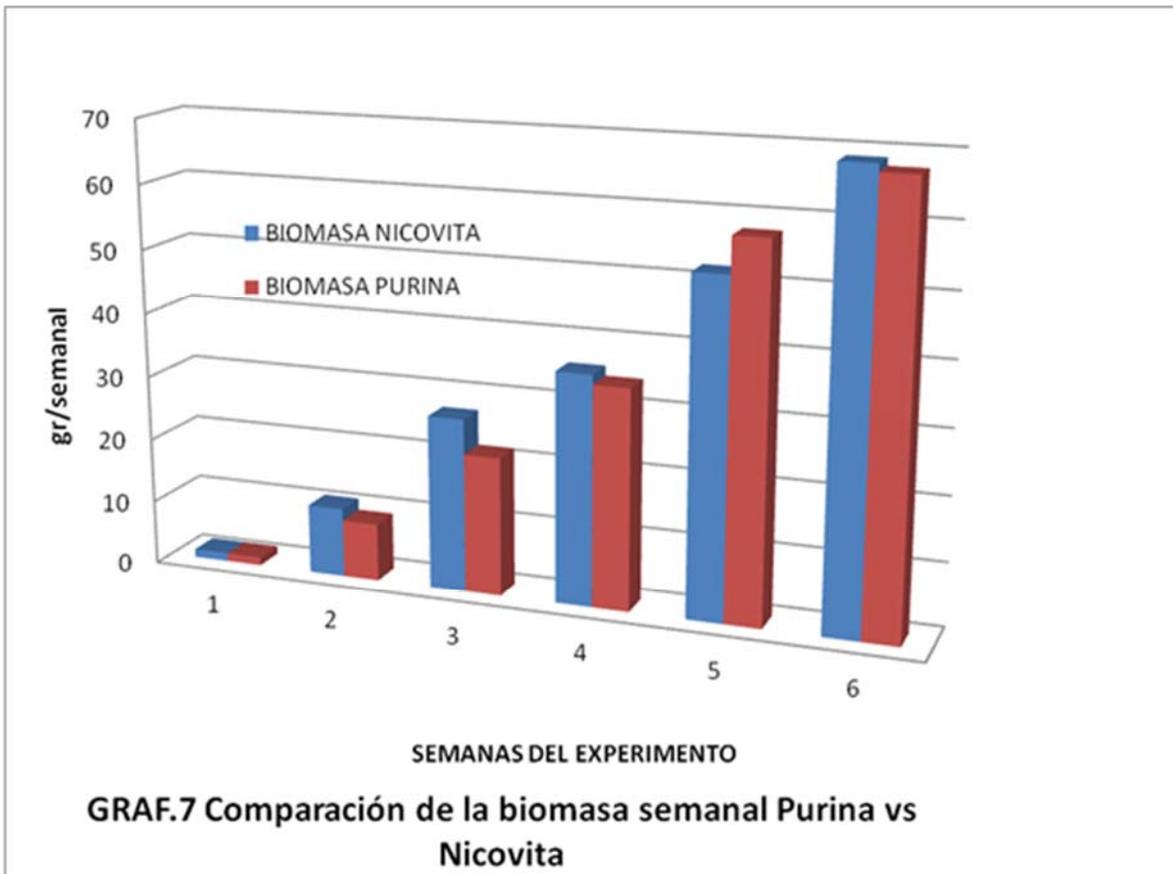


6.4 Biomasa

En cuanto a biomasa se pudo notar que en la primera semana no hubo diferencia numérica en cuanto a la comparación entre ambos alimentos, en la siguiente semana Nicovita obtuvo un incremento apenas notable sobre los camarones alimentados con Purina, pero vemos que en la semana 5 la biomasa de Nicovita está por debajo de alimento Purina pero sigue siendo una corta diferencia y al final de la semana número 6 notamos que ambos alimentos obtienen los mismos resultados cercanos a 70 grs por tratamiento, es decir $70 \text{ grs}/0.6\text{m}^2$.

Si extrapolamos estos valores a escala de producción en cultivo Intensivo, a una densidad de siembra en el experimento de $30 \text{ cam}/\text{m}^2$ y una sobrevivencia del 100% a la 6ta semana, tenemos 1166 kg/hectárea aproximadamente, en ambos tratamientos.

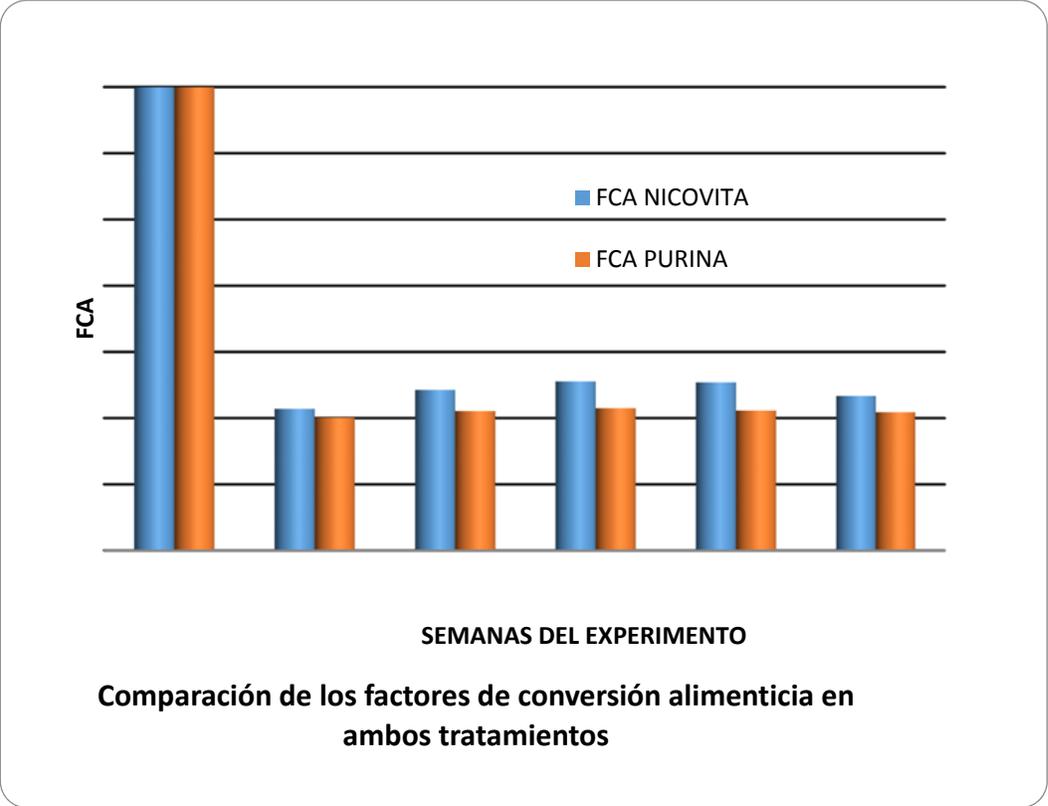
Al final de cuentas el rendimiento productivo fue satisfactorio en términos de obtención de incrementos en pesos en relación a la cantidad de raciones diarias de alimento aplicadas ya que según Martínez (1998) el crecimiento de camarones en un estanque estará en dependencia de la disponibilidad de alimento natural y/o artificial que se encuentre en el estanque, así como la cantidad de organismo que se estén alimentado.



6.5 Factor de conversión alimenticia

Los valores de factor de conversión alimenticia fueron relativamente elevados entre 0.6 y 0.7 en ambos tratamientos durante la primera semana del experimento, a como se muestra en el gráfico 8, esto quiere decir que las raciones de alimento en gramos que se aplicaron son prácticamente similares a la biomasa obtenida durante esta primera semana. Según el Boletín nicovita 1997 hallamos que si la F.C.A. semanal es alta, esto nos indicaría crecimiento lentos o subalimentación; mientras que una F.C.A. baja, indica que el camarón está haciendo buen uso del alimento. La F.C.A. varía durante el ciclo de producción y entre las poblaciones, pero es una guía muy buena y debería ser entre 0.6-1.0 en camarones de hasta 10 gramos de peso y entre 1.0 y 1.3 para tallas mayores. Idealmente la F.C.A. no debe ser mayor de 1.5. Los valores de FCA que se obtuvieron son óptimos ya que

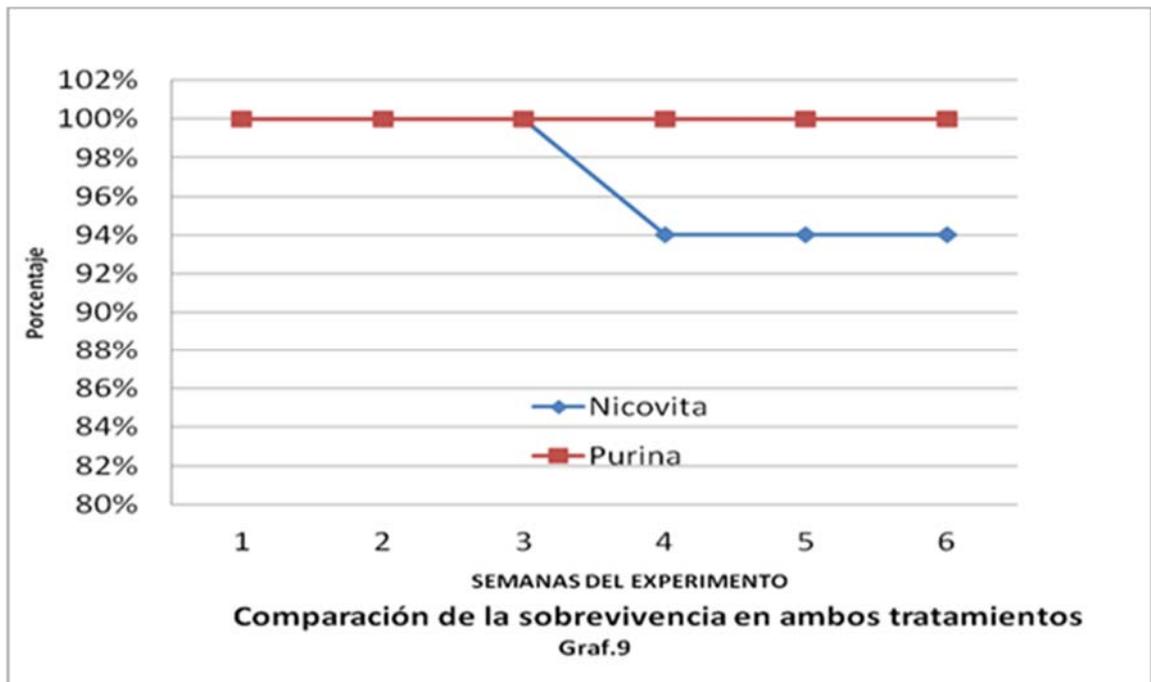
nos indica que no se necesitó de mucha ración de alimento para hacer efectivo un buen crecimiento en los camarones ya que los valores obtenidos de FCA oscilaron entre 0.1 y 0.3 de crecimiento por semana en los dos tratamientos en las siguientes 5 semanas.



GRAF.8

6.6 Sobrevivencia

La sobrevivencia de los camarones está determinada por un sin número de factores que se encuentran correlacionados entre sí (factores físicos, químicos, tipo de manejo durante el cultivo, alimentación adecuada, entre otras) Boyd, C.E. & Clay, J.W. 2002. Los valores del parámetro sobrevivencia se mantuvieron iguales con un 100% en las primeras 3 semanas en ambos tratamientos. En la cuarta semana apenas se registró el deceso de un camarón en porcentaje a una repetición en el tratamiento nicovita para bajar este parámetro a un 94%, que se mantuvo así durante las siguientes 2 semanas. Véase gráfico 9. El deseso ocurrió debido a un desajuste en la malla de protección del dispositivo experimental que provocó que el camarón saltara y saliera fuera de la tina. Así se puede aseverar que la sobrevivencia fue excelente en relación al manejo de los factores físico químicos y de alimentación.



VII.- CONCLUSIONES

Después de haber terminado y realizado nuestro experimento hemos definido las siguientes conclusiones:

1. Factores físicos químicos.

Los resultados de oxígeno disuelto estuvieron en un promedio de 3mg/l con variaciones entre 4mg/l y 1mg/l.

La temperatura se mantuvo en un promedio de 31 grados centígrados, con variaciones entre 26°C y 32°C.

En las salinidades obtuvimos datos de hasta 40‰ como valor máximo y de 35‰ como valor mínimo.

Ph: Obtuvimos promedios de 7.7, fue hasta en los últimos días que Purina bajo a 7.6 y Nicovita subió a 7.8 valores que muestran la estrecha diferencia entre ambos

2. Crecimiento

Los ritmos de crecimiento obtenidos al final del experimento reflejaron un casi constante crecimiento de 0.9grs en el tratamiento nicovita. En el tratamiento purina se obtuvo un valor promedio de 0.7grs, es decir 0.2 grs

Con el factor de conversión se mantuvo en 0.19 para purina y 0.25 para nicovita.

En la tasa de crecimiento obtuvimos valores positivos de hasta 60 gramos y en el transcurso de las semanas fue disminuyendo hasta obtener valores negativos de -25 gramos en la última semana en ambos tratamientos.

La sobrevivencia en el tratamiento con purina obtuvimos 100% y en el tratamiento con nicovita obtuvimos un 94%.

VIII. Recomendaciones.

1. Mantener e implementar el uso de bandejas para la alimentación controlada de los organismos.
2. Capacitar y concientizar al personal encargado de recopilar los datos de la lectura de charolas para tomar decisiones basadas en datos reales.
3. Hacer uso adecuado del alimento peletizado en sus diferentes presentaciones (tamaño de partícula), en relación a la capacidad de ingestión de los organismo en relación a los muestreos de crecimiento.
4. Hacer uso correcto de las tablas de alimentación haciendo énfasis en el porcentaje del peso del camarón
5. Darle seguimiento en estudios posteriores evaluando estos dos tratamiento a mayores densidades y con camarones juveniles para determinar su efecto en esa etapa.

IX BIBLIOGRAFÍA

1. Akiyama, D. & Chwang, N. 1999. Requerimientos nutricionales del camarón y manejo de cultivo. Avances en Nutrición Acuícola III. Edit.: Cruz, E., Ricque D. Mendoza, R.: 479-491.
2. Akiyama, D., Dominy, W. & Lawrence, A. 1993. Nutrición de camarones peneidos para la industria de alimentos comerciales. Memorias del Primer Simposium Internacional de Nutrición y Tecnología de Alimentos para Acuicultura: 43-79.
3. Arango G. José Ignacio Tec. Regional Nutrición De Camarones. Brasil. Importancia De Las Vitaminas En La Alimentación De Camarones Y Peces. 15 Pág.
4. Boletín Nicovita Volumen 2 Edición 03 Marzo, 1997. Tasa O Factor De Conversión Alimenticia En El Cultivo De Camarón.
5. Disponible En:
[Www.Alicorp.Com.Pe/Ohs_Images/Nicovita/.../Bole_9702_02.Pdf](http://www.alicorp.com.pe/ohs_images/nicovita/.../Bole_9702_02.pdf).
6. Boyd, C.E. & Clay, J.W. 2002. Evaluation of Belize Aquaculture Ltd: A superintensive shrimp aquaculture system. Report prepared under the World Bank, NACA, WWF and FAO Consortium Program on Shrimp Farming and the Environment. Published by the Consortium and obtainable through NACA, Bangkok, Thailand. 17 pp.
7. Cruz S.L. Elizabeth, Ricque Denis 1999. Requerimientos Nutricionales. Traducción: M. Avances En Nutrición Acuícola Iii. 181-204 Pp.

Disponible en:
[Http://W3.Dsi.Uanl.Mx/Publicaciones/Maricultura/Acuicolaiiii/Pdfs/3.Pdf](http://W3.Dsi.Uanl.Mx/Publicaciones/Maricultura/Acuicolaiiii/Pdfs/3.Pdf)
8. Cruz Suarez Elizabeth. 1987. Enzimas Digestivas. L. Avances En Nutrición Acuícola Iii. 207--267 Pg. Disponible en:

[Http://W3.Dsi.Uanl.Mx/Publicaciones/Maricultura/Acuicolaiiii/Pdfs/4.Pdf](http://W3.Dsi.Uanl.Mx/Publicaciones/Maricultura/Acuicolaiiii/Pdfs/4.Pdf)
9. Cruz, E. 1996. Digestión en camarón y su relación con formulación y fabricación de alimentos balanceados. en Avances en Nutrición Acuícola III. Memorias del Tercer Simposium Internacional de Nutrición Acuícola 11 al 13 de noviembre de 1996, Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Nuevo León, México (edit.). Cruz, E., Ricque, D., Mendoza, R. 207-232.

10. Cruz, E., Ricque, M. & Nieto, M. 2000. Importancia de la digestibilidad en los alimentos para el camarón. *Panorama Acuícola* 10: 10-12.
11. Davis, A. y Arnold, R. El uso de suplementos enzimáticos en dietas para camarón. The University of Texas at Austin, Marine Science Institute, Fisheries and Mariculture. :pag 462-463.
12. Díaz, E. 1992. Aspectos de la Fisiología de Animales Acuáticos. *Nutrición Y Metabolismo*. Editorial Pueblo y Educación. : 26 - 29.
13. Escoto, R. 1993. Anotaciones sobre la Biología de los Camarones Peneidos, Proyecto NORAD NIC. 001, Centro de Investigaciones de Recursos Hidrológicos. Managua.: 16.
14. Fraga, I. Galindo, J. 2001 Evaluación de diferentes niveles de proteína en el crecimiento de juveniles de camarón. *Peneaus notiales*. Invest. Marzo. Pag 39..
15. Franco, A. 1990. Manejo Técnico de granjas camaroneras. Pradepesca Manual 1. Pg. 9 -17.
16. Gibson, R y Barker pl.1979. The decapod hepatopáncreas. *Oceanograph. Mar. Anual reviews*.
17. Guillaume, J. 1997. Protein and amino acids. In: D. Abramo, L.R., Conklin, D.E., pp. 26-50. Akiyama, D. M. (Eds.), *Crustacean Nutrition*. World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA.
18. Kanazawa, A. y teshima, S.1979. Relación entre ácidos grasos esenciales de Organismos acuáticos y la capacidad de bioconversión de ácidos linoleicos a ácidos grasos insaturados. In: *Biochem. Physiol. Vol 63B*, 295.298
19. Lee, P. & Lawrence, A. 1997. Digestibility. In *Crustacean Nutrition*. Abramo, L. (edi). World Aquaculture Society, Lousiana: 194-260.
20. Lin, F. 1995 F.S II Encuentro Nacional de Productores de Camarón Cultivado. 14 de Octubre, El Viejo, Chinandega, URCOOCAM. : 9 –16.
21. McVey J. (de) 1993. *Crustacean aquaculture*. CRC Press, Boca Ratón Fl, 683 pp
22. Martínez C. LR. 1993. *Camaronicultura, Bases Técnicas y Científicas para el cultivo de camarones pendidos*. Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora. México: Pág. 178
23. Martínez, E, Lin F. 1994. *Manual para el cultivo de Camarones Marinos del Genero Peneus*. Autoridad Noriega para el Desarrollo Internacional

(NORAD). UNAN-LEON. Pág. 24-34

24. Martínez, E. 1998. Comunicación Personal. Director Estación Biológica Marina. León, Nicaragua. Comunicación Personal. Director. Centro de investigación del camarón de la Universidad Centroamericana.
25. Morales, V. 1990. Levantamiento larvario de camarones peneidos. Cartilla Pradepesca. pp 1.
26. National Research Council. 1993. Nutrient Requirement of Fish. Committee on Animal Nutrition, Board of Agriculture, United states of America
27. Pérez-Farfante, I & Kensley, B. 1997. Keys and diagnoses for the families and genera. Penaeoid and sengestoid shrimps and prawns of the world. Mémoires, du museum national d histoire naturelle. Pp. 233.
28. Pérez, M. 1993. El Cultivo del Camarón en el Istmo Centroamericano, Temas de Acuicultura. N ° 2- 3. Managua. : 4.
29. Rodríguez, M. 1999. Requerimientos energéticos de peces y crustáceos. En Avances en Nutrición Acuícola I: Memorias del Primer Simposium Internacional de Nutrición y Tecnología de Alimentos para acuicultura 12 al 14 de febrero de 1993, Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Nuevo León, Mexico (edit). Cruz, E., Ricque, D., Mendoza, R.:81-89.
30. Rodríguez, G. M. y Maldonado, C. J. 1996. La acuicultura en México, bases conceptuales y principios. Dirección de educación en ciencia y tecnología del mar. Oceanología . 1(11):7-26
31. Santamaría, L. García, E. 1991. Parámetros importantes en la Calidad de Aguas del Cultivo de Organismos Acuáticos en Estanques de agua salobre. Manual Técnico. Dirección Nacional de Extensión Agropecuaria. Panamá.
32. Talavera Víctor. Sánchez Dagoberto. Zapata Luis Miguel. 1998 Tasa O Factor De Conversión Alimenticia En El Cultivo De. Camarón. Boletín Nicovita. Edición Tumpis Av. Argentina 4695, Callao 1, Perú Volumen 3.

Disponible En:

[Www.Alicorp.Com.Pe/Ohs_Images/Nicovita/.../Bole_9703_01.Pdf](http://www.Alicorp.Com.Pe/Ohs_Images/Nicovita/.../Bole_9703_01.Pdf)
33. Treece, G. y Yates, M. (1993). Manual de laboratorio para el cultivo de camarones. University of Texas. Texas. -. Comunicación Personal.