

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
UNAN-León

Facultad de Ciencias y Tecnología

Departamento de Biología

Ingeniería Acuícola



Tesis para optar al Título de Ingenieros Acuícolas

Título:

“Eficiencia de los alimentos de marca Purina y Nicovita en el crecimiento de los camarones *Litopenaeus Vannamei* en condiciones de cultivo”.

Presentado por:

- Br. Mariana Esther Morales Bográn
- Br. Lenin Bladimir Solano Zapata

León, Noviembre 2010

Titulo:

“Eficiencia de los alimentos de marca Purina y Nicovita en el crecimiento de los camarones *Litopenaeus Vannamei* en condiciones de cultivo”.

Presentado por:

Br. Mariana Esther Morales Bogran
Br. Lenin Bladimir Solano Zapata

Tutor:

Dr. Evenor Martínez

León, Noviembre 2010

RESUMEN

En Nicaragua se practican cuatro tipos de sistemas de producción: Artesanal, Extensivo, Semi-intensivo e Hiper-intensivo. En la actualidad la camaronicultura es una de las actividades productivas más rentables y generadoras del importante recurso económico que ayuda principalmente a mejorar la economía y calidad de vida de los habitantes de la zona donde se realiza esta actividad, se procura mejores y óptimas condiciones del medio para el buen desarrollo de los camarones. En este trabajo pretendemos contribuir con el conocimiento de la eficiencia de los alimentos de diferentes marcas con diferentes porcentajes de proteínas sobre el crecimiento de los camarones en granjas camaroneras. Para llevar a cabo este trabajo se determinaron los parámetros físico-químicos del agua donde se desarrollaron los camarones, así como los pesos promedio y el tamaño de la población semanalmente se calculó el crecimiento de los camarones y su sobrevivencia bajo dos marcas de alimento (Purina y Nicovita), se registró la cantidad de alimento suministrado y se calculó el factor de conversión alimenticia (F.C.A) y rendimiento productivo. Los estanques en estudio fueron el estanque A (promedio del estanque T-5 y T-6) con un hectareaje promedio de 26.9 ha sometido con el alimento Nicovita y se sembró a una densidad promedio de 14 camarones/m²; y el estanque B (promedio del estanque T-7 y T-8) con un hectareaje promedio de 28.8 ha, sometido con el alimento Purina y se sembró a una densidad promedio de 14.05 camarones/m². El ciclo productivo se realizó en el periodo Febrero-Junio, 2010. Como resultado de este estudio se determinó que para el estanque A el oxígeno disuelto (O.D) osciló entre 1.5 mg/lit y 13.9 mg/lit y para el estanque B el O.D osciló entre 1.8 mg/lit y 12.85 mg/lit, la Temperatura en el estanque A osciló entre 26 °C y 35 °C y para el estanque B la Temperatura osciló entre 26 °C y 35 °C, la salinidad en el estanque A osciló entre 19.5 ppm y 45 ppm y para el estanque B la salinidad osciló entre 20 ppm y 45 ppm. El peso promedio final en el estanque A fue de 13.5 gramos y para el Estanque B el peso promedio final fue de 13.3 gramos, en cuanto a los Ritmos de Crecimiento en el estanque A presentó un promedio semanal de 0.8 gr. y para el estanque B un promedio semanal de 0.8 gr, la sobrevivencia obtenida al final del ciclo de cultivo para el estanque A 56.24% y para el estanque B una sobrevivencia de 55.15%. El F.C.A en el estanque A fue de 1.95 y para el estanque B el F.C.A también fue de 1.95. El Rendimiento Productivo fue de 2,335.9 lbs/ha (62,751 lbs/camarón) para el estanque A y el Rendimiento Productivo para el estanque B fue de 2,273.7 lbs/ha (65,113 lbs/camarones). Por lo tanto los dos alimentos evaluados presentan una buena eficiencia en el camarón de cultivo (*Litopenaeus vannamei*).

AGRADECIMIENTO

Agradecemos sinceramente:

Ante todo a Dios le damos gracias por habernos dado la dicha de prepararnos, darnos salud y vida para poder concluir una de nuestras metas que apenas hoy comienza y por permitirnos ser un orgullo para nuestros padres y hermanos.

A nuestros padres que de una u otra manera han dejado parte de su tiempo y dinero, y que con sus consejos supieron guiarnos lo que es impagable e incalculablemente amado, sobre todo por su incondicional apoyo en todo momento.

A la Empresa Acuicultura Torrecillas Chinandega-Nicaragua por permitirnos realizar nuestro trabajo de tesis en sus instalaciones, de manera especial al Ing Mario Álvarez Gerente de dicha empresa, al Ingeniero Wilmer Carranza Jefe de producción por brindarnos su apoyo para la culminación de este trabajo; a los técnicos y trabajadores por brindarnos su apoyo en la recolección de datos

A nuestro tutor Dr. Evenor Martínez por su apoyo científico y sobre todo por su cooperación brindada para la ejecución de este trabajo.

A todas aquellas personas que de una u otra manera contribuyeron en el inicio, desarrollo y conclusión del presente trabajo monográfico.

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo de tesis:

Primeramente a Dios Nuestro señor, por ser nuestro protector, guía y guardián de nuestra vida; por ser quien me nos ha dado la fe y fuerza con la cual nos permitió alcanzar la meta deseada, otorgándonos la sabiduría, esperanza, fortaleza y perseverancia; venciendo y sobreponiéndonos ante los obstáculos que se presentaron a lo largo de nuestro trayecto sobre la universidad sabiendo que él lo es todo y todo lo representa.

Mariana:

A mis seres queridos como es mi familia, especialmente a mi Mamá Celina Mejía Bográn, por haber sido mi maestra y formadora moral, por brindarme su apoyo incondicional que solo una madre lo da; en especial en los momentos más difíciles de mi vida, aconsejándome, brindándome su ayuda para hacer posible que lograra alcanzar mi meta.

A mis hermanas Celina M. Morales Bográn y Johanna J. Morales Bográn por haberme brindado apoyo, amor y consejos de manera incondicional para que se sientan orgullosas de su hermana y dándoles el ejemplo de que nada es imposible y que todo se puede siempre con fortaleza y perseverancia.

Lenin:

Le dedico este trabajo en especial a mi padre Gilberto Manuel Solano Gutiérrez y a mi madre Ligia Escalante por ser pilares fundamentales en mi vida, ya que sin la ayuda de ellos no hubiera sido posible la culminación de este trabajo.

A mis abuelos Julio López Muñoz y María Lourdes Escalante por creer en mi y brindarme su apoyo, también a mis hermanos y a todos mis seres queridos

INDICE

RESUMEN

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

I INTRODUCCIÓN

II OBJETIVOS

III LITERATURA REVISADA

IV MATERIALES Y MÉTODOS

V RESULTADOS Y DISCUSIÓN

VI RECOMENDACIONES

VI CONCLUSIÓN

VII BIBLIOGRAFÍA

VIII ANEXOS

I. INTRODUCCIÓN

Nicaragua, es uno de los países que presenta mayor disponibilidad de recursos hídricos que prestan las condiciones óptimas para el cultivo de camarón. Destacándose este rubro en los últimos años como uno de los principales apartadores de divisas en la exportación del país, desarrollándose en la zona occidental, en el sector del Estero Real (Saborío, A. 1998).

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.

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). La camaronicultura en Nicaragua se ha desarrollado en los últimos años como una gran actividad económica. En nuestro país casi todas las empresas camaroneras y gran parte de las cooperativas han desarrollado sistemas de producción de diversos manejo, que ha dado como resultado la introducción de técnicas utilizadas en otros países, así como de equipos, infraestructura y personal calificado. En la cual se practican cuatro tipos de sistemas de cultivo que, son: Artesanal, Extensivo tecnificado, Semi – intensivo y el Hiperintensivo recientemente. (Martínez y Ponce 1999).

El crecimiento de camarón, es de gran importancia para la rentabilidad y comercialización del cultivo, pues en un crecimiento rápido del camarón en el margen de rentabilidad del cultivo será mayor y los costos de producción menor, sin embargo para lograr esto, es necesario tener en cuenta los factores físicos, químicos y biológicos que inciden sobre dicho crecimiento.

La camaronicultura es un rubro muy importante en la economía del país, pues esta genera divisa para el mismo. Pero para generar una producción rentable un factor muy importante es el crecimiento del camarón lo que conlleva a una producción de buena calidad. En el crecimiento influyen muchos factores pero el principal es el alimento artificial que contiene los nutrientes necesarios para el desarrollo del camarón. Sin embargo se han creado alimentos de marca comercial diferente y la formulación y composición del mismo también lo es.

El desarrollo y uso de alimentos balanceados ha sido un factor muy importante en la famosa expansión global de las industrias de cultivo de camarón, y su uso va a continuar teniendo una importancia creciente en el futuro para mantener estas industrias rentable y sobre todo ecológicamente viables. Existe un potencial considerable para optimizar y mejorar las practicas manuales actuales de alimentación, que deberían ser específicas para diferentes especies, áreas, y hasta por cada época del año, de esta forma mejora la eficiencia de producción y minimizar los efluentes, las practicas adecuadas de manejo del alimento balanceado maximizan el crecimiento y supervivencia de los camarones, reducen la conversión de alimento y el consumo de este que es un punto crucial en la acuicultura sobre todo en la industria camaronera.

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.

La decisión de cuando alimentar depende de la actividad circadiana, frecuencia y horas de alimentación que están sujetas al cambio debido a la ubicación geográfica, especie, edad, talla, densidad de siembra, época del año y otros estímulos. (Darryl E.J y M.B.A, 2000)

En los últimos años se han elaborado alimentos de camarón de diferente marca comercial, en consecuencia se han generado una gran variedad de los mismos en el mercado de la camaronicultura. Sin embargo la elaboración de cada uno es distinta por lo tanto su composición no es igual así como los nutrientes que en ellos contenga.

El alimento comercial en el cultivo del camarón es uno de los factores indispensables para su crecimiento. Un crecimiento adecuado del organismo puede generar una buena productividad. Por eso nos enfocamos en esta investigación en saber ¿Cual es la eficiencia que presentan los alimentos de marca Purina y Nicovita en el ciclo de cultivo del camarón *Litopenaeus vannamei* sobre todo en el factor crecimiento?

II. OBJETIVOS

Objetivo General

Determinar la eficiencia de los alimentos de marca Purina y Nicovita en el crecimiento de los camarones *Litopenaeus vannamei* en condiciones cultivo.

Objetivos Específicos

1. Evaluar lo factores físico-químicos del agua de los estanques en donde se desarrolla el crecimiento de los camarones en estudio.
2. Comparar el crecimiento y la sobrevivencia de los camarones *Litopenaeus vannamei* creciendo en condiciones con dos tipos de alimentos.
3. Comparar la biomasa y el rendimiento productivo obtenido al final del ciclo con los dos tipos de alimentos.
4. Analizar los factores de conversión alimenticia semanal acumulada durante el ciclo productivo y final.

III LITERATURA REVISADA

3.1 Descripción del *Litopenaeus Vannamei*

3.1.1 Ciclo biológico

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

Los camarones *Litopenaeus* tienen un ciclo de vida muy complejo y corto de unos 18 meses el cual va desde huevo, estadios larvales (nauplio, zoea, mysis, postlarvas), juvenil y adulto. El desarrollo de huevo a estadios presenta las mismas características antes de alcanzar el estadio de postlarvas. Los nauplios se alimentan del vitelo proveniente del huevo, las zoea son fitófagas y las mysis zooplantófagas al igual que las postlarvas. (Torres, 1991).

Según Torres, (1991); la cópula y el desove ocurre en aguas marinas de mayor profundidad que las del Golfo de Fonseca, por lo tanto las áreas de desove, se encuentran en aguas territoriales de Nicaragua y el Salvador. Después de la eclosión del huevo el animal va pasando por cada uno de los estadios larvales planctónicos, a la vez que se desplaza a las costas, esteros y lagunas del golfo de Fonseca. De la cantidad de huevos desovados por una hembra (500,000) aproximadamente un pequeño porcentaje no llega ni al 1%. Existe una gran mortalidad natural, sin embargo la naturaleza los ha dotado de un gran potencial reproductivo, el cual asegura la permanencia de las especies.

3.1.2 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 (Martínez 1993, 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).

3.1.3 Clasificación Taxonómica del *Litopenaeus vannamei*

Phylum: Artrópoda
Clase: Crustácea
SubClase: Malacostraca
Series: Eumalacostraca
Super Orden Eucarida
Orden Decápoda
SubOrden Dendobranchiata
Infra Orden Penaeidae.

Superfamilia Penaeidae.
Familia Penaeidae.
Género Litopenaeus
Especies vannamei (Pérez-Farfante y Kensley, 1997)

3.2 Alimento.

Un alimento balanceado para Acuicultura esta 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.(Víctor calero, Boletín Nicovita 1997)

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 del 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.

3.2.1 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.

3.2.1.1Color 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.

3.2.1.2 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 usando

ingredientes naturales con potencial de aglutinación (ej., carbohidratos tales como harina de trigo) o componentes artificiales (ej., polimerasa sintética).

3.2.1.3 Tamaño de la partícula del ingrediente

La mayoría de alimentos utilizan ingredientes que han sido molidos y pasados a través de un tamiz de al menos 500µM (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 10µM 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).

3.2.1.4 Tamaño del pelet

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.

3.2.1.5 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.

3.3 Factores físico-químicos del agua.

Con el cuidado de los parámetros ambientales se busca mantener las mejores condiciones durante el para lograr la mejor sobrevivencia y los mas rápidos y homogéneos crecimiento (Herrera C, 1999). Además todos ellos están relacionados de una u otra manera entre si, por ello no se puede ni mucho menos obviar a uno ni a otro pues dicha relación en de suma importancia en la producción. Los requerimientos de los parámetros permite prevenir problemas, tomando medidas correctivas antes que estos se presenten (Martínez y Zapata, 1979).

Según (Villalón 1994) señala que el factor mas importante en el cultivo de camarón es la calidad de agua, pues toda actividad ejecutada por el camarón esta muy relacionado con los parámetros hidrológicos mas

que con cualquier otro factor. Los factores físico-químicos poseen intervalos óptimos que deben de mantenerse en cultivo a los cuales el camarón tiene capacidad de soportar, dichos parámetros son importantes.

3.3.1 Oxígeno Disuelto.

Es la medida del oxígeno disuelto en el agua, expresado normalmente en ppm (partes por millón). o en miligramos por litro (mg/l), esta variable es sin duda la mas critica la cría de camarón sobre todos en los sistemas donde la disponibilidad del agua no es muy alta y no disponemos de aireación artificial, debido a que una baja concentración de oxígeno es la causa mas común de mortalidad y disminución en la tasa de crecimiento. Las concentraciones mas bajas de oxígeno disuelto ocurren en la madrugada, aumentándose la disponibilidad ante las horas del día y llegando al máximo en horas de la tarde. La concentración mínima de oxígeno disuelto que puede ser tolerada por un camarón varía con la talla y el tiempo de exposición. Rango de 3 a 9 mg/l medidos en horas de la madrugada y de la tarde respectivamente son normales (Arredondo, 1990).

Es necesario mantener un nivel adecuado de oxígeno disuelto, 3 mg/l como mínimo en horas de la madrugada de lo contrario puede ser letal para el camarón ocasionando estrés, hipoxia, brote de enfermedades principalmente, entre otras (Tórrez 1991, Villalón 1994 y Franco 1994).

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 (Herrera, C 1999).

Cuando el nivel del oxígeno está por debajo de 4 mg/l se recomienda una disminución del volumen de agua y hacer recambios continuos de la misma.

La pérdida de oxígeno ocurre principalmente por la respiración de todos los organismos aeróbicos del estanque y también por la respiración de las algas en el proceso de fotosíntesis (Villalón 1994). La producción se hace por las algas en el momento de la fotosíntesis. El otro origen del oxígeno es por el agua fresca administrada durante el intercambio de agua. También podemos comparar el sistema de recambio de agua como un verdadero pulmón del sistema en algunos casos.

En un estanque, la fotosíntesis debe producir más oxígeno que lo que se consume. Sin embargo, la cantidad de oxígeno producido por el fitoplancton disminuye con la profundidad. A cierta profundidad la producción de oxígeno es igual al consumo. Esta profundidad se llama “punto de compensación”. (Barreto, F. 2003).

La profundidad del “punto de compensación” depende de la turbidez del agua. En general hay suficiente oxígeno para los camarones hasta una profundidad igual a tres veces el valor del Secchi. Es decir, que con un Disco de Secchi de 35 cm no tenemos problemas de oxígeno hasta 85 cm de profundidad. (Martínez, 2006).

El oxígeno Disuelto debe medirse dos veces por día, una vez por la mañana antes de la salida del sol y una por la tarde antes de la puesta del sol preferiblemente. Los problemas de oxígeno aparecen de manera más frecuente al final de la cría debido al aumento de la biomasa. Lo que significa que la necesidad de agua es más importante al final de la cría que al inicio (Boyd y Gautier 2000).

3.3.2 Temperatura.

La temperatura es un parámetro importante que afecta directamente el desarrollo de los camarones en sus funciones biológicas y metabólicas. El metabolismo es afectado por la temperatura, ya que cuando esta

aumenta acelera la dinámica de colisión de las moléculas facilitando las reacciones bioquímicas importantes (Obregón 1999).

El camarón es un animal poikiloterma y por tanto, la temperatura influye de modo directo sobre su metabolismo. El período de digestión depende de la temperatura desde el momento en que interviene un gran número de reacciones químicas, cuya velocidad se encuentra determinada por la naturaleza del camarón; a mayor actividad enzimática hay una intensificación de los procesos de digestión y alimentación.

La temperatura óptima del agua para el crecimiento rápido del camarón no debe ser inferior a los 25 °C ni mayores a los 33 °C (Martínez, Zapata 1997) Durante los meses de Noviembre a Enero normalmente se suspenden los cultivos porque la temperatura del agua baja a 20° C.

Las crías producidas en agua caliente son más delicadas de controlar y ocurre frecuentemente una disminución importante de oxígeno que puede llevar a una mortalidad masiva. Para evitar lo anterior falta realizar un recambio de agua mayor o sembrar a densidades más bajas. De la misma manera que para la salinidad los animales no pueden soportar un cambio brusco de temperatura y es muy importante aclimatar los animales antes de sembrarlos en un medio nuevo con temperaturas diferentes. (Martínez, Zapata 1997)

En general, cuando la temperatura sube de 10°C provoca una elevación de 2 a 3 veces de los procesos químicos y biológicos, así el camarón va a consumir 2 a 3 veces más de oxígeno a 35°C. Entonces, la necesidad en oxígeno disuelto del camarón y de los demás organismos aeróbicos del estanque es mucho más crítica en agua caliente, que en agua más fría. La separación del volumen de agua en dos capas se llama Estratificación Térmica; la capa caliente superior 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 (Martínez, 2006).

3.3.3 Salinidad

La salinidad se refiere a la concentración de iones (sales) disueltas en el agua, se expresa en partes por mil (ppm) es decir 1 gramo de sal disuelto en 1 Kg. de agua, la salinidad se puede ver afectada por una alta evaporación provocando un aumento de la misma o bien altas precipitaciones lo cual ocasionaría en algunos casos una muy baja salinidad. La salinidad depende básicamente de siete iones, cuyo valor promedio de concentración en el agua de mar es: Sodio, 10,500 mg/lit; Magnesio, 1,450 mg/lit; Calcio, 400 mg/lit; Potasio, 370 mg/lit; Cloruro, 19,000 mg/lit; Sulfato, 2,700 mg/lit; Bicarbonato, 142 mg/lit. La salinidad promedio del agua de mar es 34.5 partes por mil (ppm). En agua salobre, la salinidad varía de acuerdo a la salinidad de la fuente de agua. La salinidad en las aguas estuarinas puede ser similar a la del agua dulce durante la época de lluvia y aumentar durante la sequía. Los estuarios con acceso limitado al mar tienen mayor salinidad que éste durante la temporada de sequía ya que los iones se concentran a causa de la evaporación. La salinidad disminuye conforme se aleja de la boca del estuario, y la salinidad puede estratificarse de acuerdo a la profundidad en el estuario.

La salinidad afecta la sobrevivencia y crecimiento de los organismos; ante cambios repentinos de salinidad, los camarones emplean mayor cantidad de energía para adaptarse a los nuevos rangos de salinidad inhibiendo así el crecimiento, reproducción, etc. (Rosas 1999).

En algunos casos es elevada (superior a 35 ppm) desde el mes de Enero hasta el mes de Junio y se mantiene baja entre 33 ppm y 13ppm el resto del año. Las causas de la salinidad alta en la mitad del año son debido a una alta evaporación y a la falta de renovación del agua entre el mar y los esteros en algunos casos en donde la toma de agua es de un estero. Los rangos óptimos de salinidad para un buen desarrollo del camarón oscilan entre 15ppm (óptimo para su crecimiento) y no mayor de 35 ppm (Franco 1994).

Según Tórrez (1991) los camarones son organismos eurihalinos por tanto son capaces de soportar cambios en el rango de salinidad pero no de forma brusca, dicho rango según Tórrez es de 5 a 45‰, aunque en Honduras se han reportado salinidades fuera de ese rango, en Nicaragua también se han reportado (aporte personal, Martínez 2010).

Martínez Lin (1994) expresan que la salinidad afecta tanto la sobrevivencia como el crecimiento del camarón en un cultivo, por otro lado también la combinación de valores extremos de temperatura y salinidad ocasionan una inhibición en la alimentación del camarón, influyendo directamente en su metabolismo así como también en la disponibilidad del oxígeno disuelto en el agua, que a mayor salinidad y mayor temperatura el oxígeno disuelto disminuye. La salinidad alta tiene consecuencias negativas sobre el ecosistema del estanque. Sabemos en efecto que para las salinidades altas (o bajas) los organismos marinos deben utilizar una gran parte de su energía para equilibrar su medio interior con el exterior esto se hace en contra del crecimiento y la supervivencia.

Una salinidad alta puede afectar negativamente:

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

En estas condiciones vemos que para asegurar una cría durante el período de salinidades altas haría falta efectuar recambios mayores de agua.

3.3.4 pH

El pH se define como el logaritmo negativo de la concentración de iones de hidrógeno (H⁺): $\text{pH} = -\text{Log} [\text{H}^+]$ El pH indica cuán ácida o básica es el agua. De una manera más práctica, el agua con un pH de 7 no se considera ni ácida ni básica sino neutra. Cuando el pH es inferior a 7 el agua es ácida, y cuando el pH es superior a 7 el agua es básica. La escala de pH es de 0 a 14, mientras más lejano sea el pH de 7 el agua es más ácida o más básica. Los estanques de agua salobre generalmente tienen un pH de 7 u 8 por la mañana, pero en la tarde generalmente suben a 8 ó 9. La fluctuación diaria del pH en los estanques resulta de los cambios en la fotosíntesis del fitoplancton y otras plantas acuáticas. El dióxido de carbono es ácido tal como se muestra en la siguiente ecuación: $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HCO}_3^- + \text{H}^+$ (Boyd y Gautier).

Si la concentración de dióxido de carbono crece, la de iones de hidrógeno aumenta y el pH disminuye y, al contrario, si disminuye la concentración de dióxido de carbono, la de iones de hidrógeno cae y el pH aumenta. Durante la noche la concentración de dióxido de carbono (CO₂) en un estanque tiende a incrementar como resultado de la respiración de los organismos tanto vegetales como animales, trayendo como consecuencia la generación de condiciones ácidas. Así mismo, la ausencia de energía solar, que es captada por los organismos planctónicos, conlleva a la reducción de las concentraciones de oxígeno durante estas horas, sin embargo, durante el día la concentración de dióxido de carbono (CO) disminuye al ser reactivado el proceso de fotosíntesis, aumentando de esta manera el pH a finales de la tarde (Andrew, et al, 1986).

Cuando el pH del agua es muy bajo, se puede aplicar cal en el estanque para mejorarlo. Por fortuna un pH bajo es más común que uno alto, ya que no hay procedimientos confiables para reducirlo. Usualmente las bajas en el crecimiento, reproducción, o sobrevivencia que resultan de la baja acidez en los estanques no provienen de un pH bajo, sino de los efectos de la baja alcalinidad y de los lodos ácidos sobre la producción

de plancton y organismos béticos. En algunas áreas, el suelo contiene del 1 a 5% de sulfuros en forma de pirita de hierro, estos son suelos potencialmente ácidos por sulfatos. En estanques hechos con este material si la pirita entra en contacto con el aire en los bordes, la pirita se oxida y forma ácido sulfúrico, el cual puede causar un pH muy bajo en el estanque.

La influencia del pH sobre el cultivo en un estanque es indirecta, ya que sus variaciones influyen sobre otros factores como son:

- La concentración de amonio no ionizado.
- La concentración de sulfuro de hidrogeno no ionizado.

El aumento en los valores del pH puede provocar una mayor concentración de amoniaco el cual es de alta toxicidad. Una disminución o aumento del pH esta relacionado con los cambios físicos y biológicos del agua estanque. Los problemas directos causados por el pH en el organismo del camarón, son los que afectan la disposición mineral del esqueleto, dando como resultado una cutícula blanda. Según Obregón (1999), los problemas que causan las altas concentraciones de pH en el camarón son:

- Aumenta el estrés.
- Disminuyen la sobrevivencia.
- Aumentan la mortalidad.
- Aumentan la toxicidad.
- Disminuyen el crecimiento.

Villalón (1994) menciona que el rango óptimo de pH para el cultivo de camarón es de 7.5 en la mañana y 8.5 en la tarde. Este parámetro esta muy relacionado con la actividad fotosintética del fitoplancton. El porque de esta afirmación es explicada a continuación:

1. Los iones más temidos en el cultivo son el amonio no ionizado (NH₃) y el ácido sulfhídrico (H₂S)
2. Para mudar el camarón tiene que bajar el pH de su cuerpo para lograr disolver las sales pegadas a su caparazón y así puedan ser reabsorbidas por el nuevo caparazón. Si el pH es alto el camarón no puede mudar.
3. Los iones de Carbono a diferente pH tienen diferentes efectos en el camarón:

pH	Ion Predominante	Efecto
7.5 – 8.3	HCO ₃	Amortiguador (Buffer)
8.4 - 9.9	CO ₃	Bloquea proceso de muda
10 a más	(OH) ⁻	Mortalidad

4. Los iones de amonio se presentan de dos formas dependiendo del pH. Así tendremos NH₄ (amonio ionizado) a pH bajo sin causar toxicidad en el agua, mientras que a pH alto (más de 8.5) se presenta en su forma toxica el NH₃ (amonio no ionizado).

5. Por ultimo el H₂S (ácido sulfhídrico) en pH debajo de 7.2 se transforma en H₂SO₄ (ácido sulfúrico) por eso el pH debe mantenerse encima de 7.5 para evitar la toxicidad acídica durante la muda del camarón.

Rangos de pH y sus efectos en el camarón

Punto de acidez letal en pH 4
No reproducción en pH de 4-5
Crecimiento lento en rangos de 4-6
Mejor crecimiento en pH de 6-9
Crecimiento lento a pH entre 9-11
Punto letal de alcalinidad en pH 11

3.3.5 Turbidez

La turbidez es un parámetro que se puede controlar y por lo general la que buscamos está relacionada con la productividad natural. La turbidez ligada a la materia inorgánica en suspensión debe ser evitada. El término turbidez, se refiere a todo el material en suspensión que se encuentra en la columna de agua, el cual dependiendo de la densidad interfiere en el paso de la luz solar. En los estanques la turbidez que resulta de los organismos planctónicos es deseable ya que juega un papel importante en el ciclo biológico del ecosistema, sin embargo, en algunos estanques con partículas de arcilla en suspensión o detritus producen una turbidez no deseable.

La turbidez por abundancia se puede estimar por la medida de la visibilidad del Disco de Secchi disminuye a 30 cm hay un aumento en la frecuencia del problema de escasez de oxígeno disuelto; cuando los valores del Disco de Secchi aumentan por encima de 30 cm la luz penetra a profundidades deseables, fomentando el crecimiento del plancton, la alfombra biológica que se encuentra en el fondo del estanque que sirve como alimento a los camarones.

Disco de Secchi. Este dispositivo, un disco blanco y negro de 100 cm. de diámetro, se introduce en el agua para estimar su visibilidad. Puede ser extremadamente valioso en el monitoreo del plancton si se tienen en cuenta las limitaciones de esta técnica.

Sus características son las siguientes:

- a) Mide de 30 a 300 centímetros de diámetro.
- b) Para mejorar el contraste, está dividido en cuartos que se pintan en blanco y negro alternativamente.

La turbidez en el agua reduce su visibilidad, y a medida que la turbidez aumenta, las lecturas del Disco Secchi disminuyen. La turbidez en el agua es producida por plancton vivo, partículas materiales muertas, sustancias orgánicas disueltas y partículas suspendidas. En los casos en que el cambio en la turbidez van de la mano con la cantidad de plancton vivo (estanques de camarón), el disco puede revelar si el crecimiento de plancton está aumentando o no.

La turbidez relacionada con la productividad primaria y secundaria se controla por el recambio de agua y la fertilización. La transparencia alta del agua indica una productividad natural débil lo que conduce a un mayor consumo del alimento artificial y el desarrollo de las algas bénticas indeseables para la cría. Controlando diariamente la turbidez es posible planificar la fertilización y el intercambio de agua para mantener el alimento natural en el estanque. Además es posible con este trabajo identificar una alta mortalidad o una carga demasiado fuerte de algas planctónicas y prevenir así los problemas de oxígeno que pueden aparecer en estas condiciones (Boyd y Gautier 2000).

En la mayoría de estanques camaroneros, la visibilidad del Disco de Secchi debe estar entre 25 y 40 cm. Cuando el valor es mayor a 40 cm., el bloom de plancton deber ser alentado agregando fertilizantes. Con lecturas menores a 25 cm., no se debe añadir fertilizantes pues se corre el riesgo de producir un bloom excesivo de algas bajando así las concentraciones de oxígeno disuelto.

Rangos y comentarios sobre las medidas en el Disco de Secchi en el estanque de cultivo:

Menor de 25 cm.: Estanque demasiado turbio. Si es turbio por fitoplancton, habrá problemas de concentración baja de oxígeno disuelto. Cuando la turbidez resulta por partículas suspendidas de suelos, la productividad será baja.

25-30 cm.: Turbidez llega a ser excesiva.

30-45 cm.: Si la turbidez es por fitoplancton, el estanque está en buenas condiciones.

45-60 cm.: Fitoplancton se vuelve escaso.

Mayor de 60 cm.: El agua es demasiado clara. La productividad es inadecuada y pueden crecer plantas acuáticas. (Boyd y Gautier 2000).

3.4 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 1988, Gaxiola 1997).

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, 1988, Gaxiola, 1997).

3.4.1 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 (periópodos) tienen una función locomotora.

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.

3.4.2 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: cardiaca o anterior, separada por una válvula cardio-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 cardiaco 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.

Los alimentos se desplazan por el tubo digestivo, las partículas de gran tamaño se quedan en la bolsa cardiaca 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.

3.4.2.1 Digestibilidad.

La digestibilidad esta 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 (Nacional 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 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 aún 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 mas caro dentro de la composición de las dietas o se puede evaluar otras posibles fuentes de este nutriente de menor costo.

3.4.2.2 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)

3.4.3 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: 1) la percepción y captura y 2) la ingestión y asimilación del alimento. (Rosas, C, 1999)

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 peneidos 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 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)

3.5 Ecofisiología

Los camarones toman su energía de los alimentos para mantener las concentraciones de sales, aumentar la biomasa, circulación de la sangre, etc. A este proceso se le conoce como metabolismo energético. (Rosas, 1999).

Los requerimientos de energía de los camarones depende de las variaciones ambientales y por la capacidad de adaptación del animal (natural o controlado), así por ejemplo ante cambios repentinos en la salinidad, se empleara mas energía de lo normal para adaptarse y sobrevivir al nuevo medio; así también en algunos procesos metabólicos como en muda y estadios larvales se requiere mas energía. Al analizar y tomar en cuenta lo anterior, se sabrá la cantidad y calidad del alimento para suplir las necesidades de energía del organismo, de esa manera se efectuaran adecuadamente los procesos biológicos internos y el crecimiento de los camarones. (Rosas, 1999).

La energía es utilizada para realizar trabajo. Existen varios tipos de energías útiles, entre ellas mencionamos; solar, química, eléctrica, mecánica y el calor. Al tomar los alimentos se da la conversión de energía, durante este proceso parte de la energía se pierde en forma de calor. Es por eso que, a través de muchas investigaciones, se a tratado de formular alimento par camarón que reduzcan al máximo la perdidas de energía durante la absorción y la digestión de los alimentos. (Rosas, 1999).

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

3.5.1 Tasa metabólica.

Los organismos convierten la energía química en calor para realizar trabajo y crecer, esta energía se puede medir a través de la energía metabólica o tasa de energía de consumo. (Rosas, 1999).

La tasa metabólica a muchos procesos que consumen energía dentro del cuerpo de los organismos. Esta es afectada por una variedad de parámetros como la edad, sexo, condición reproductiva, balance hormonal, estrés fisiológico, nutrición, hora del día, especie, temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, pH, etc. (Rosas, 1999). Por consiguiente, la variación de algunos de estos parámetros significa una afectación para el consumo de energía para los camarones. (Rosas, 1999).

3.5.2 Requerimientos Nutricionales.

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

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

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.

3.5.2.1 Calcio

El calcio es un componente esencial de los huesos, cartílago y del exoesqueleto de crustáceos. Es esencial para la coagulación normal de la sangre, al estimular la liberación de la tromboplastina de los plateletes sanguíneos.

A través de su papel en la activación enzimática, el calcio estimula la contracción muscular (p. ej. promueve el tono muscular y el latido cardíaco normal) y regula la transmisión del impulso nervioso de una célula a otra, por medio de su control en la producción de acetilcolina.

3.5.2.2 Fósforo

El fósforo es un componente esencial de huesos, cartílago y exoesqueleto de crustáceos. Así como también de los fosfolípidos, ácidos nucleicos, fosfoproteínas (caseína), ésteres de fosfato altamente energéticos (ATP), hexosa fosfatos, fosfato de creatina y varias enzimas claves.

Como componente de estas sustancias con importancia biológica, el fósforo juega un papel central en el metabolismo celular y energético. Los fosfatos inorgánicos sirven como buffers importantes en la regulación del balance normal ácido-base (es decir pH) de los fluidos corporales.

3.5.2.3 Magnesio

El magnesio es un componente esencial de huesos, cartílago y del exoesqueleto de crustáceos. A través de su papel en la activación enzimática, el magnesio (al igual que el calcio) estimula el músculo y la irritabilidad nerviosa (contracciones), está involucrada en la regulación del balance ácido-base intracelular y juega un papel importante en el metabolismo de carbohidratos, proteínas y lípidos.

3.5.2.4 Sodio, Potasio y Cloro

Al sodio, potasio y cloro se les encuentra en casi todos los fluidos y tejidos blandos del cuerpo, el sodio y el cloro se encuentran principalmente en los fluidos celulares, mientras que el potasio se encuentra

principalmente dentro de las células. Desempeñan una función vital en el control de la presión osmótica y en el equilibrio ácido-base. Igualmente juegan papeles importantes en el metabolismo del agua.

El sodio es el principal ión monovalente de los fluidos extracelulares los iones de sodio constituyen el 93% del total de los iones (bases) encontrados en el torrente sanguíneo. Aunque el principal papel del sodio en los animales está asociado con la regulación de la presión osmótica y el mantenimiento del balance ácido-base, también ejerce un efecto en el proceso de irritabilidad muscular y juega un papel específico en la absorción de carbohidratos.

El potasio es el principal catión de los fluidos intracelulares, y regula la presión osmótica intracelular y el balance ácido-base. Al igual que el sodio, el potasio tiene un efecto estimulante en la irritabilidad muscular. Además es requerido para la síntesis de glucógeno y proteínas, así como el desdoblamiento metabólico de la glucosa.

El cloro es el principal anión monovalente en los fluidos extracelulares, los iones cloro, constituyen aproximadamente el 65% del total de aniones en el plasma sanguíneo y otros fluidos extracelulares dentro del cuerpo (p. Ej. el jugo gástrico). Por lo tanto el cloro es esencial para la regulación de la presión osmótica y del balance ácido-base. El cloro también juega un papel específico en el transporte de oxígeno y dióxido de carbono en la sangre, así como el mantenimiento del pH del jugo digestivo.

3.5.2.5 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 pro vista 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).

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).

"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. (Guillaume, 1997).

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 con tiene 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.

3.5.2.6 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 soya 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 micro minerales 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 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 paquetes de vitaminas y minerales generalmente no se incluyen en alimentos comerciales.

3.5.2.7 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 peneidos 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.

3.5.2.8 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.

3.6 Muestreo Biológico

3.6.1 Crecimiento

El crecimiento del camarón en cultivo es uno de los resultados muy esperados por los productores de camarón. El crecimiento de los crustáceos puede entenderse como el incremento de tamaño de una serie de mudas o como el incremento en peso resultante de la adición de masas de tejidos (Martínez, 1996). El proceso de muda y los cambios de tamaño en el exoesqueleto son eventos independientes del crecimiento muscular. El crecimiento del camarón depende de diversos factores unos de origen interno, hereditarios y relativos a la velocidad de crecimiento, a la facultad de utilización del alimento y a la resistencia de las enfermedades otro de origen interno llamados en su conjunto medio viral y comprendido principalmente la temperatura, la cantidad y calidad de alimento presente, la composición y pureza química del medio contenido de oxígeno, ausencia de sustancias nocivas el espacio vital (según que sea suficientemente extenso o demasiado reducido, el crecimiento es rápido o lento) etc. (Martínez, 1996). Pero los factores mas importantes son : la especie, edad, temperatura, disponibilidad de alimento y el sexo (Martínez, 1993).

La mayoría de las especies de camarones de cultivo, las hembras alcanzan tallas mayores que los machos. La temperatura es muy importante en el crecimiento de estos organismos; a mayor temperatura, se presenta un mayor crecimiento; la tolerancia a la temperatura, los rangos óptimos y la razón de cómo afecta el crecimiento, depende de las especies, de la edad y de los otros factores como salinidad, oxígeno disuelto, etc.

3.6.2 Ritmo de crecimiento

Es el crecimiento en peso de los organismos en un periodo de tiempo determinado, por ejemplo una semana (Martínez, 1998).

Para calcular el ritmo de crecimiento se procede de la siguiente manera: peso promedio semanal actual menos el peso promedio de la semana anterior de los camarones nos da el incremento semanal.

Ej.: $5.09 \text{ gr} - 4.76 \text{ gr} = 0.33 \text{ gr}$

3.6.3 Tasa de crecimiento

La tasa de crecimiento de una animal se puede decir que es la diferencia existente entre las tasas de catabolismo y anabolismo. De esta manera el crecimiento es el resultado neto de la acumulación y de la destrucción del material celular (Ville, 1992).

Los muestreos de crecimiento nos permiten conocer el comportamiento de los camarones, en cuanto a su desarrollo, condiciones de muda y su respuesta a la relación alimenticia. Estos muestreos deben de realizarse en forma periódica; se recomienda hacerlo semanalmente; se utiliza una red de malla de ojo de 4/16 ó ¼ todo dependerá de la edad y talla del camarón esta actividad se realiza en la edad de postlarvas o pequeño juvenil hasta alcanzar 1.5 gramos, después se utiliza atarrayas para el muestreo.

Se espera el camarón crezca un gramo semanal. La tasa de crecimiento depende de:

- La habilidad inherente de los camarones para crecer.
- La calidad del agua.
- La densidad de siembra y la especie en cultivo.
- La cantidad y calidad de alimento.
- La temperatura del agua.
- La edad de los camarones.
- La salud de los camarones.

Estos muestreos semanales es la única relación que se tiene para evaluar el óptimo desarrollo de la granja desde la siembra hasta la cosecha. Por lo tanto para manejar correctamente los criaderos, este muestreo debe de reflejar lo más exactamente posible el estado de la población del criadero, tanto en lo que se refiere al peso promedio como en la homogeneidad de las tallas. Además se debe aprovechar el muestreo para estimar el estado de salud de los camarones, su distribución y su densidad diaria.

3.6.4 Muestreo poblacional de camarones

En el proceso de cultivo de camarón es indispensable conocer la biomasa existente en el estanque para poder realizar los cálculos de alimento a suministrarse para el crecimiento normal; y a la vez, obtener datos de producción necesarios para los planes de comercialización futura del producto.

El muestreo de crecimiento como su nombre lo dice se realiza semanalmente para determinar el crecimiento que el camarón cultivado obtiene en el curso del tiempo, este muestreo se realiza a partir de la segunda semana de cultivo se realiza de la siguiente manera: se hacen lances de atarraya distribuidos en todo el estanque de modo que en esos 100 lances este representado cada parte del estanque, de esta manera se debe obtener una muestra de 100 camarones los cuales se tiene que pesar en una balanza en gramos y medir longitudinalmente en cm desde la base del ojo hasta la punta del telson para obtener también una relación peso-longitud.

El muestreo poblacional se realiza con el fin de conocer el número de organismos que se encuentran en el estanque y de esta manera determinar la sobrevivencia que tenemos a la fecha en que se realiza este muestreo.

Este muestreo se realiza de la siguiente manera: se realizan 3 a 5 lances de atarraya por Ha, este resultado se promedia (número de camarones obtenidos entre la cantidad de lances realizados) para saber si el número de individuos capturados por lance, se determina el área del atarraya (es necesario mencionar que ha este cálculo matemático se le pone un factor de corrección de 0.60 para saber el número de camarones que existen por m² en el estanque (Martínez y Herrera 2007).

3.6.5 Sobrevivencia

La sobrevivencia es un factor muy importante para determinar si el cultivo fue un éxito o no, dicho factor es resultado de la buena u óptima relación entre los distintos parámetros u factores que intervienen en el cultivo tales como son: Parámetros Físico-químicos, Calidad de agua, Densidad de siembra, Tipo de siembra, Enfermedades, Manejo del cultivo etc. (Martínez y Herrera 2007).

3.7 Alimentación

3.7.1 Principios de alimentación

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

Según Villalón (1993) para escoger el método de alimentación adecuado en los organismos se toma en cuenta los siguientes factores:

- La densidad media del estanque
- Tamaño del estanque
- La condición original del subsuelo del estanque
- Los periodos estacionales y el clima
- Tamaño del camarón sembrado
- Factor de conversión alimenticia

El objetivo del manejo de la alimentación es el de suplir la necesidad diaria de la biomasa existente, esto implica evitar la sobrealimentación; para lograrlo, los cálculos para estimar la ración de la alimentación deben de estar basados en muestreos de la sobrevivencia, crecimiento del camarón población.

3.7.2 Principio básicos para el alimento y su administración.

A continuación se describen los principios que se deben tomar al momento de seleccionar el tipo de alimento para el cultivo del camarón y la forma que se debe manejar:

- El camarón consume diferente cantidad de alimento en relación de peso y etapas de desarrollo.
- El camarón crece a través del proceso de muda.
- El grado de sobrevivencia en el estanque influye en el nivel de consumo de alimento.
- La cantidad de alimento distribuido en el estanque debe de ser controlada y ajustada constantemente.
- La condición ambiental del estanque y la salud del camarón influye en el consumo del alimento.
- El nivel del consumo del alimento difiere en los camarones según su tamaño y etapa de desarrollo. El camarón más pequeño generalmente consume un porcentaje mayor de alimento a su biomasa por día que el camarón más grande. (Villalón, 1993)

3.7.2.1 Metodología de aplicación de alimento.

- Dispersión del alimento
- Uso de charolas.

3.7.2.1.1 Dispersión del alimento.

La dispersión del alimento es importante. Los pelet deben de ser dispersados uniformemente en los estanques, a efecto de minimizar congregaciones de camarones que puedan causar estrés. El alimento se distribuye desde un bote o una canoa, utilizando un patrón de zigzag. (Espinoza, 2001).

3.7.2.1.2 Utilización de Charolas de Monitoreos de la Demanda de Alimento.

El uso de charolas es el más confiable, una adecuada relación de los diferentes sistemas arroja información muy valiosa, ya que ayuda a determinar la tasa de alimentación al verificar si el alimento está siendo consumido, así como el estado fisiológico de los organismos (muda, nivel de llenado del tubo digestivo). (Espinoza, 2001).

3.7.2.1.3 Bandejas de alimentación para evaluación del consumo.

Las bandejas pequeñas son típicamente redondas o cuadradas y de 70 cm de diámetro o largo, respectivamente. El marco de la bandeja es de hecho de tubos de $\frac{1}{2}$ pulgada a $\frac{3}{4}$ de PVC. Para facilitar el diámetro de las bandejas en la columna de agua, son rellenas con grava o arena. El alimento se sostiene alrededor del marco adhiriendo una malla mosquitera de abertura adecuada (es decir, menor que el diámetro del alimento) al marco. La bandeja es suspendida por cuatro líneas iguales en longitud adherida a una línea principal más fuerte. Esto permite el hundimiento sin inclinaciones o pérdida del alimento. La línea principal es unida a un pedazo de espuma flotante blanco o a una botella de plástico. A cada charola de alimentación se adicionan alrededor de 150-200g de alimento, junto con la alimentación regular; o dependiendo del consumo del alimento (Ochoa, 2001).

3.7.2.1.4 Diseño de las charolas.

- Permitir fácil acceso de los camarones
- Deben tener una superficie plana
- Con paredes que eviten la pérdida de alimento
- Debe ser liviano y fácil de limpiar
- Puede ser estructura circular o cuadrada
- Utilizan mayas tipo mosquiteros (Espinoza, 2001)

3.7.2.1.5 Localización de las charolas.

Las charolas deben estar provistas con boyas para su localización.

- El número de las charolas está en función del tamaño de los estanques y del tipo de cultivo.
- En cultivos semi-intensivos se recomienda un mínimo de seis charolas por estanques, independientemente del tamaño, en el caso de estanque mayores a 8 ha se recomienda aumentar una charola por cada hectárea. (Espinoza, 2001)

3.7.3 Tasa o factor de conversión alimenticia

La comparación de la cantidad de alimento abastecido y el crecimiento del camarón permite que sea calculado la tasa o factor de conversión alimenticia (F.C.A). El F.C.A es una medida del peso del camarón producido por kg de alimento abastecido.

El F.C.A. varía dependiendo de la densidad de siembra, calidad del alimento y tamaño del camarón cosechado. También el F.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.

Asumiendo que al alimentar con comederos y empleando métodos de muestreo acertados, hallamos que el 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.

El 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 el F.C.A. no debe ser mayor de 1.5.

Las mejores sugerencias que se pueden alcanzar a los jefes de producción para mejorar el F.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.

3.7.4 Rendimiento Productivo.

El rendimiento productivo de cada estanque en cuanto a libras/ha producidas es un factor muy importante al final del ciclo pues mediante este resultado nos damos cuenta que tan exitoso fue el ciclo productivo, este resultado se obtiene la biomasa actual del estanque entre el área del mismo obteniendo así datos de las libras por hectárea que produjo cada uno de los estanques en observación.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Área de estudio

La granja camaronera Torrecillas del Grupo Seajoy Nicaragua, está ubicada al noreste del departamento de Chinandega-Nicaragua, 14 Km. Al oeste de la comunidad de Palacios, municipio Puerto Morazán, Chinandega, en las coordenadas UTM 46939'E y 14311740N. Esta compuesta de dos áreas de producción denominadas torre I y II. Torre I consta de 8 Lagunas las cuales en su totalidad conforman 213.8 hectáreas y Torre II consta de 13 lagunas las cuales conforman juntas 277.10 hectáreas.

4.2 Descripción del método

El estudio se realizó bajo un sistema de producción semi-intensivo con larvas de camarón de la especie *Litopenaeus vannamei* de un tamaño de pL-12 con un peso aproximado de 0.0025 gr en general para todas las pilas. Un gramo contiene aproximadamente de 380 a 420 larvas de pl-12.

Para este estudio se evaluó la eficiencia de dos alimentos de marca comercial diferente Nicovita y Purina en cuatro estanques.

Purina

Este alimento es producido en Nicaragua.

Es un nutrimento completo, balanceado y fortificado, específico para alimentar camarones. La cantidad de suministrarse dependerá de la densidad de siembra y el manejo del estanque.

Ingredientes: Granos molidos, proteína de origen vegetal, harina de pescado prime, proteína de origen animal-aves, aceite de pescado, carbonato de calcio, aglutinante ,sal, colina, aminoácidos sintéticos, premezcla mineral camarón y premezcla vitaminas camarón.

ANALISIS QUIMICO

PROTEINA	No menos de	30.00%
GRASA	No menos de	5.00%
FIBRA	No más de	3.00%
HUMEDAD	No mas de	13.00%

Nicovita

Este alimento es producido en Ecuador.

Ingredientes: Harina de pescado y otros de origen marino, soluble de pescado, aceite de pescado, semillas de oleaginosas y sus subproductos, granos y sus subproductos, cloruro de sodio, preservante autorizado, premezcla de minerales y vitaminas

ANALISIS QUIMICO

PROTEINA	No menos de	28.00%
GRASA	No menos de	6.00%
FIBRA	No más de	5.00%
HUMEDAD	No más de	12.00%
Ceniza	No más de	15.00 %

La siembra de los estanques T-5, T-6, T-8 fue el 19 de febrero del 2010 mientras la T-7 el 18 de febrero del 2010 es decir, un día anterior que las demás. Los estanques en estudio fueron T-5, T-6, T-7 y T-8 de la Granja Torrecillas (Torre I), con el siguiente hectareaje T-5: 27.5 ha; T-6: 26.3 ha; T-7: 30.9 ha; y la T-8: 26.7 ha. Administrándose a las lagunas T-5 y T-6 alimento Nicovita y a las lagunas T-7 y T-8 alimento Purina.

Todas las postlarvas utilizada para las siembras de los cuatro estanques proceden del Laboratorio denominado Semillas Acuáticas(SASA, Comunidad Jiquillo, Chinandega-Nicaragua) La fecha de siembra para la T-5 fue el día 19 de febrero del 2010, fue directa con 3,972,900 animales sembrados (*Litopenaeus vannamei*) quedando con una densidad 14.4 camarones/metro cuadrado (c/m²); la T-6 también al 19 de febrero del 2010, la siembra fue directa con 3,584,450 animales sembrados con una densidad de 13.6 c/m²; la T-8 igual el 19 febrero del 2010, la siembra fue directa con 3,850,500 quedando a una densidad de 14.4 mientras la T-7 se sembró un día antes, es decir el 18 de febrero del 2010, la siembra fue directa con 4,227,200 quedando el estanque con una densidad de 13.7 c/m².

Sin embargo se tomo la decisión de promediar los datos obtenidos de los estanques, como los camarones de ambos estanques (T-5 y la T-6) eran alimentados con Nicovita se promediaron los datos y se formó lo que se llama ahora el estanque A dando como resultado 26.9 ha, con 3,778,675 quedando con una densidad de 14 c/m²; lo mismo para los camarones de los estanques alimentados con Purina (T-7 y la T-8) se promediaron los datos y se formó lo que ahora se llama el estanque B dando como resultado 28.8, con 4,038,850 animales sembrados quedando con una densidad de 14 c/m²; para dar una mejor representación de los datos obtenidos de cada estanque.

En este estudio se compararon dos tipos de marca de alimento en la evaluación de su eficiencia en los camarones donde se utilizo alimento artificial con marca Nicovita y Purina

Los datos registrados durante la ejecución de este estudio se colectaron durante todo un ciclo de cultivo con una duración aproximada de 5 meses y medio. Para el registro de la información se conto con el apoyo del técnico de la granja así como de los mismos trabajadores ya que el técnico contaba con los instrumentos de necesarios para la medición de los parámetros físico-químicos; así como la ayuda del jefe de producción que nos brindaba información como los registros de alimentación. F.C.A etc. para nuestro estudio.

Los factores que se tomaron en cuenta para la realización del estudio fueron:

- Parámetros físico-químicos
- Variables de cultivo
- Administración del alimento

Los equipos utilizados para la medición de los parámetros físico-químicos son: Oxigenómetro, refractómetro, Disco de Secchi fueron proporcionados por la granja Torrecillas, torre I. Los materiales eran charolas o comederos, balanza gramera, pana, baldes, chayos, atarrayas de un diámetro de 6.1-7.3.

4.3 Parámetros físico-Químicos del agua

Para la toma de los parámetros físico-químicos del agua de los estanques en estudio se tomaron a una hora específica (5:00 a.m. y 5:00 p.m.), a partir del primer día de la siembra, luego se continuó durante todo el ciclo de producción; todos estos se tomaron en la compuerta de salida

4.3.1 Oxígeno disuelto

Para la toma de oxígeno disuelto (O.D) se utilizó un Oxigenómetro marca (Oxi 315i), este se toma en las compuertas de salida, se procedió de la siguiente forma se introdujo el electrodo en el agua del estanque hasta unos 10 centímetros y luego se procedió a tomar la lectura. Estos se anotaron en una tabla por si llovía no se mojará el formato de papel y luego se pasaría al formato digital. Las mediciones se llevaron a cabo a las 5:00 a.m. y 5:00 p.m. diariamente.

4.3.2 Temperatura

La medición de la temperatura se tomaron con el mismo Oxigenómetro al mismo tiempo que registraba el oxígeno registraba la temperatura se apuntaba igual en una tabla y luego al formato digital para su análisis. Esta se tomaba dos veces al día a la misma hora (5:00 a.m. y 5:00 p.m.) y en el mismo lugar que el oxígeno disuelto.

5.3.3 Salinidad

Para el registro de la salinidad se llevó a cabo con un salinómetro (refractómetro manual RHS-109) y se tomaron una vez a la semana (martes) de 7 a 8 de la mañana posteriormente se anotaba en el formato.

4.3.4 Disco de Secchi

Este se tomaba una vez a la semana y se tomaba en la compuerta de salida. Sin embargo no se tomaba los días de lluvia y si estaba nublado (no había incidencia de sol).

4.4 VARIABLES DE CULTIVO

4.4.1 Muestreo de crecimiento en peso

El muestreo de crecimiento se realizó los martes de cada semana y se comenzaron a realizar a partir de la tercera semana de cultivo en el transcurso de la mañana; para ello se utilizaron atarrayas de diferentes diámetros que variaba entre 7.1 y 6.3. Estas se hicieron en tres puntos diferentes de la pila para tomar una muestra representativa. La cantidad a muestrear esta sujeta a la decisión del jefe de producción.

Para el muestreo los camarones se depositaron en bolsa plásticas y se colocaran dentro de un balde con hielo y se llevaban al plantel; ahí se pesaban en una balanza (marca detecto, Scout-Ohaus) con una capacidad de 200 gr; la muestra de camarón se dividía en tres tallas dependiendo de la variabilidad del tamaño de los mismos, cada talla se colocaba en la balanza. Luego los gramos resultantes se apuntaban en un formato de campo y posteriormente se pasaba al digital.

Para calcular el ritmo de crecimiento se llevaba a cabo de la siguiente forma:

Los gramos totales que presento el camarón se dividió entre el número de camarones de la misma y el resultado fue el peso promedio del camarón; luego este resultado se restaba con el peso de la semana anterior y daba como resultado el crecimiento de el mismo en la semana.

Ejemplo:

112 gr	23 camarones	
62 gr	20 c.	
83 gr	28 c.	
257 gr	71 = 3.6 gr	3.6 - 2.0 = 1.6 gr

4.4.2 Muestreo de Población

Para determinar la biomasa contenida en los estanques en estudio se realizó el muestreo de población, este se llevaba a cabo cada quince días, por lo general se iniciaba aproximadamente a las 7:00 a.m. Se realizaba de la siguiente manera se tiraron de 7 u 8 lances por hectárea en toda la pila, en cada lance se contaron el número de animales por lance, al final se sumaron el total de animales y se dividió entre el número de lance y luego se dividió entre el área del atarraya esto dió el numero de animales por metro cuadrado. Todo esto con un factor aproximado de 1.1 o 1.2 todo dependiendo de la decisión del jefe de producción.

4.4.3 Sobrevivencia

Se saco de la siguiente forma tomaron los camarones sembrados (100%), los camarones actuales(c/m² * el ha de la pila), entonces se hizo una regla de tres se multiplicaron los camarones actúales por el 100% y se dividen entre los camarones sembrados y el resultado fue la sobrevivencia actual.

$$\frac{\text{Num. de camarones actuales} * 100}{\text{Num. de camarones sembrados}}$$

4.5 ADMINISTRACION DEL ALIMENTO

4.5.1 Aplicación del alimento

El alimento se suministraba a las pilas de dos formas: a través de boleó y también por charolas. El índice del consumo del alimento se observó a través de las charolas utilizadas como testigo. Al inicio del cultivo no se pusieron charolas pero después de 1 mes estas ya se pueden colocar. La cantidad de charolas en los estanques varían todo dependiendo del hectareaje de la pila. En cada charola se agregaban ½ lb si eran 3 quintales de alimentos, 1 lb de 4 a 8 qq y 1 ½ de mas de 8 quintales o según en dependencia de lo que sugería el técnico.

Su administración fue dos veces al día en la mañana y en la tarde, o si es necesario en la noche. Así como la representación en los gráficos del alimento. Las charolas se inspeccionaban 3 horas después de su aplicación, pues se decide que ya después de 3 horas el alimento pierde un poco de credibilidad en su proteína, es decir esta puede disminuir aproximadamente un 5%.

4.5.2 Factor de conversión alimenticia

Este se calculo tanto semanalmente como el total. El semanal se determino dividiendo el alimento acumulado entre la biomasa acumulada; y el total, el alimento total administrado entre la biomasa total. Todo esto en libras.

$$\text{F.C.A} = \frac{\text{alimento acum.}}{\text{Biomasa acum.}}$$

$$\text{F.C.A} = \frac{\text{alimento total}}{\text{Biomasa total}}$$

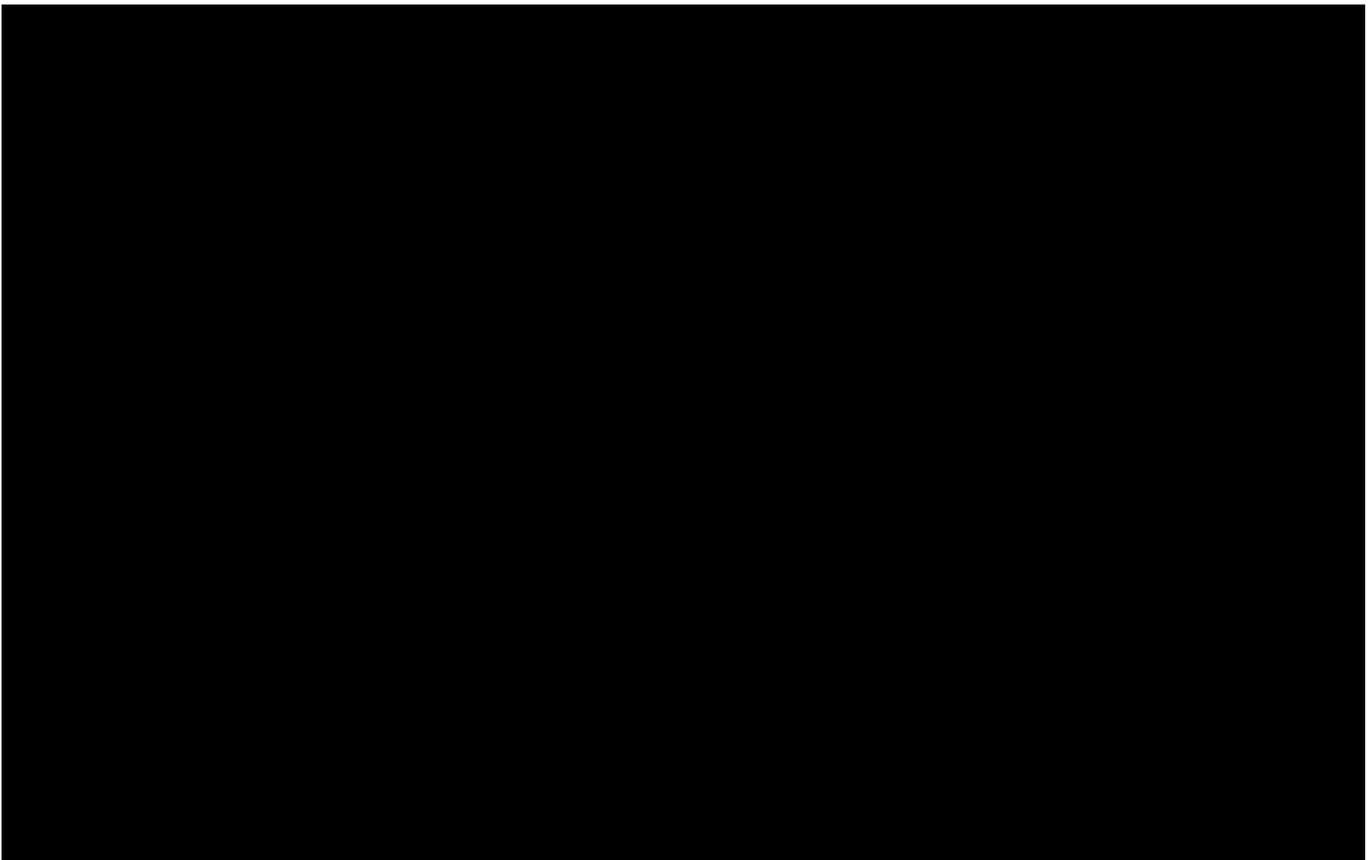
V RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

5.1 Análisis del Oxígeno Disuelto.

El oxígeno disuelto osciló en el intervalo de 3 a 8 mg/lt por la mañana y de 6 a 10 mg/lt por la tarde tanto para las aguas donde los camarones son alimentados con Nicovita como los alimentados con Purina. A excepción de que cada estanque presentó picos de Oxígenos bajos como picos altos.

Para el estanque A se registro niveles bajos de oxígeno de 1.5 mg/lt de O.D para el día 109 de cultivo y niveles alto de 7.8 mg/lt de O.D para el día 14 de cultivo. Para el estanque B se registro niveles bajos de oxígeno de 0.6 mg/lt de O.D para el día 109 de cultivo y niveles alto de 7.8 mg/lt de O.D registrado el día 4 de cultivo todos correspondientes al periodo de la mañana.

Grafico 1.



Para el período de la tarde el estanque A se registró niveles bajo de oxígeno de 4.5 mg/lt de O.D para el día 64 de cultivo y niveles altos de 13.9 mg/lt para el día 10 de cultivo. Para el estanque B se registro niveles bajos de oxigeno de 4.6 mg/lt de O.D para el día 110 de cultivo y niveles alto de 12.8 mg/lt de O.D para el día 30 de cultivo.

Grafico 2.



Pero como indica Arredondo (1990), la concentración mínima de oxígeno que puede ser tolerada con la talla y tiempo de exposición en intervalos de 3 a 9 mg/lit medidos en horas de la madrugada y de la tarde son normales.

La cantidad de oxígeno que se disuelve en el agua depende de la temperatura y la salinidad, debido a esto el oxígeno disminuye a medida que la temperatura aumenta (Herrera, C 1999).

Los problemas de oxígeno aparecen de manera más frecuente al final de la cría debido al aumento de la biomasa. Lo que significa que la necesidad de agua es más importante al final de la crianza que al inicio (Boyd y Gautier 2000).

A lo largo del estudio se presentaron niveles de oxígeno extremos (sobresaturación) y niveles por debajo de los 3 mg/lit como se presentan en los gráficos de la mañana y tarde del O.D, al respecto Martínez (1998) dice tiene un efecto de freno metabólico en los camarones; Pero en los camarones en estudio en esta condición no tuvo mucha significancia con respecto a su crecimiento ni relevancia ya que el tiempo de exposición de estos niveles no fue prolongado (menos de 15 minutos) y se dieron en pocos días del cultivo.

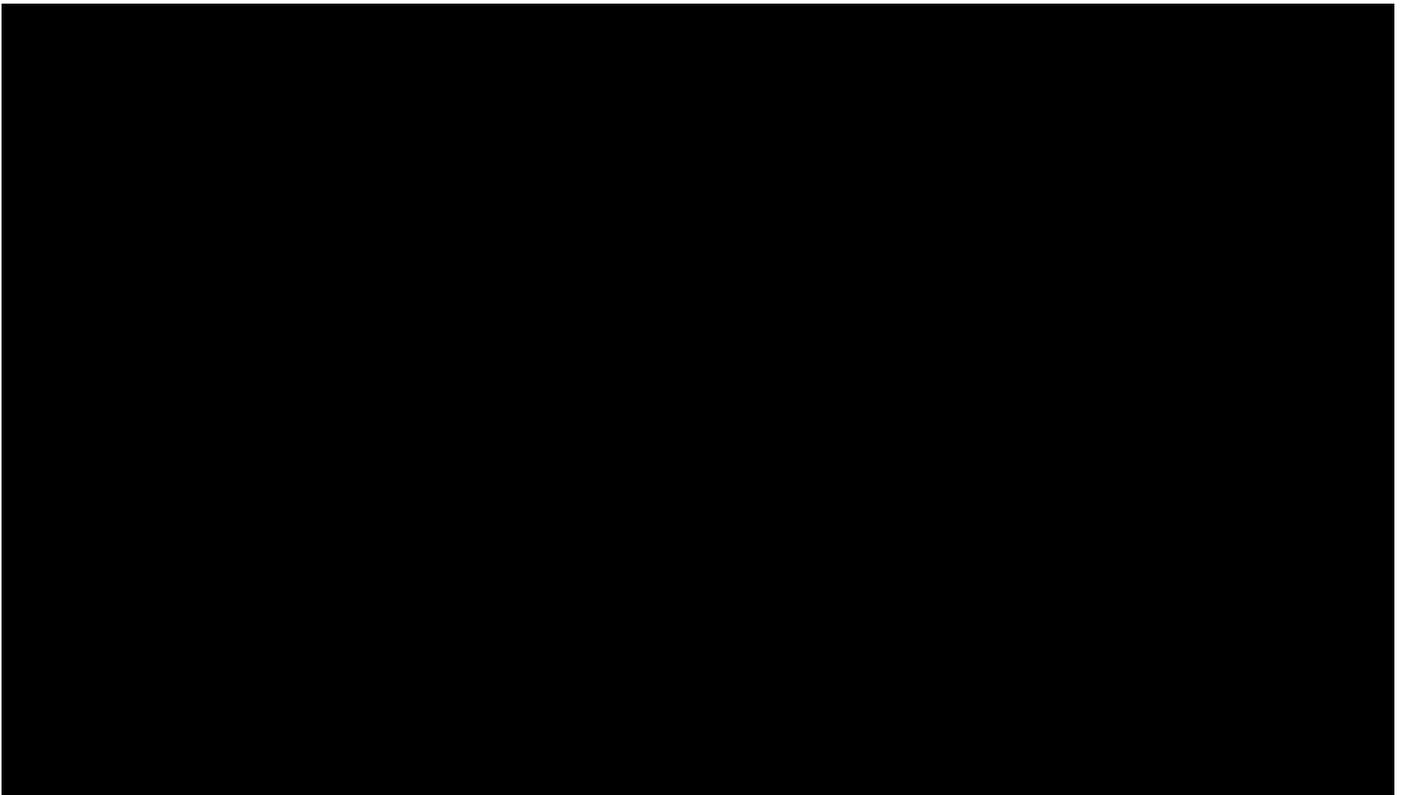
Podemos concluir que el Oxígeno Disuelto se mantuvo en un 98% en condiciones óptimas, de tal manera que la influencia del Oxígeno Disuelto no fue negativa para el crecimiento de los camarones en estudio.

5.2 Temperatura

La temperatura se mantuvo dentro de los intervalos establecida de 27 a 33 °C para el período de la mañana, para las aguas de los camarones en estudio, sin embargo, osciló un poco fuera de los intervalos establecidos para el periodo de la tarde dando intervalos por arriba de 33 °C.

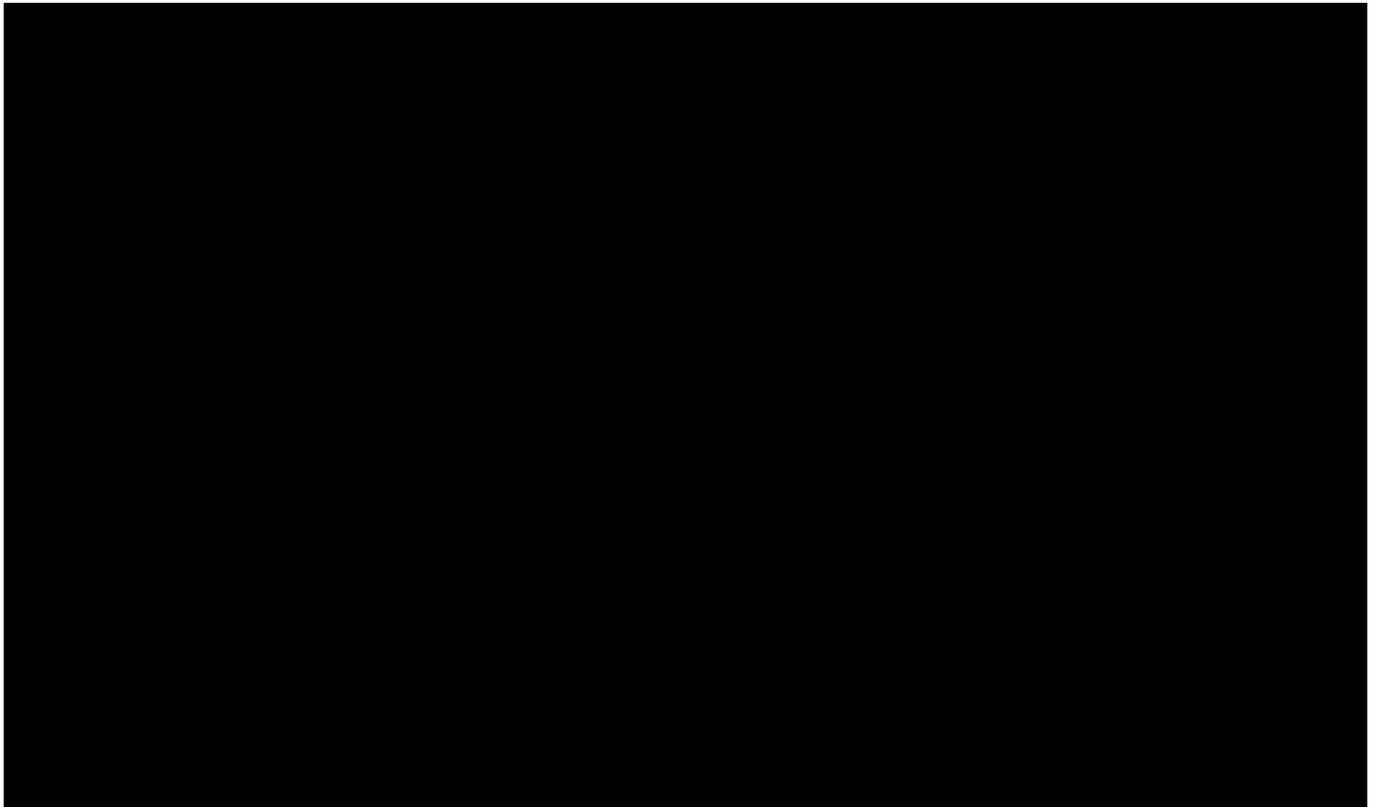
Para el agua del estanque A se registró niveles bajos de temperatura de 26 °C para el día 98 de cultivo y niveles alto de 32°C para el día 41 y 61 de cultivo. Para el agua del estanque B se registro niveles bajos de 26 °C para el día 98 de cultivo y niveles altos de 32 ° C para el día 61-67 de cultivo; para el periodo de la mañana.

Gráfico 3.



Para el agua del estanque A se registró niveles bajos de temperatura de 27 °C para el día 98 de cultivo y niveles altos de 35°C para el día 64 y 75 de cultivo. Para el agua del estanque B se registro niveles bajos de temperatura de 27 °C tambien para el día 98 de cultivo y niveles altos de 35°C tambien para el día 64 y 75 de cultivo; para el periodo de la tarde.

Gráfico 4



La temperatura óptima del agua para el crecimiento rápido del camarón no deben ser inferiores a los 25°C ni mayores a los 33°C (Martínez, Zapata 1997) evitándose así incremento de salinidad en los estanques de cultivo y propiciando un crecimiento normal en los camarones

Aunque se ha reportado que mas del 50% de los invertebrados marinos mueren a temperaturas superiores a 33°C. (Venderhor, 1967) los camarones *Litopenaeus vannamei* han sido observados en buenas condiciones y con buen crecimiento a temperaturas de 34 hasta los 35°C durante la tarde de los días mas calurosos del ciclo productivo, en algunos estudios (Martínez, 1995) se ha encontrado que en exposiciones prolongadas a temperaturas mayores de 34 °C causan enanismo, esto es debido a que las altas temperaturas aceleran la velocidad de las moléculas del organismo y por ende la síntesis de materia, sin embargo estas mismas altas temperaturas desnaturalizan la acción de las enzimas lo que limita el desarrollo del metabolismo animal. (Martínez, 1995) hace referencia que el enterramiento del camarón, le permite esquivar hasta dos grados centígrados el efecto de las temperaturas de la columna de agua.

Las temperaturas que se registraron durante el estudio estuvieron dentro de los intervalos óptimos para la acuicultura del camarón, por lo cual se puede decir que este factor no fue motivo grave que impidiera el crecimiento del camarón a pesar de que hubo veces en que la temperatura se incremento hasta de 35 °C de igual manera temperatura bajas de 27 °C esto se debió a las intensas lluvias. , pues todo se dio por períodos cortos.

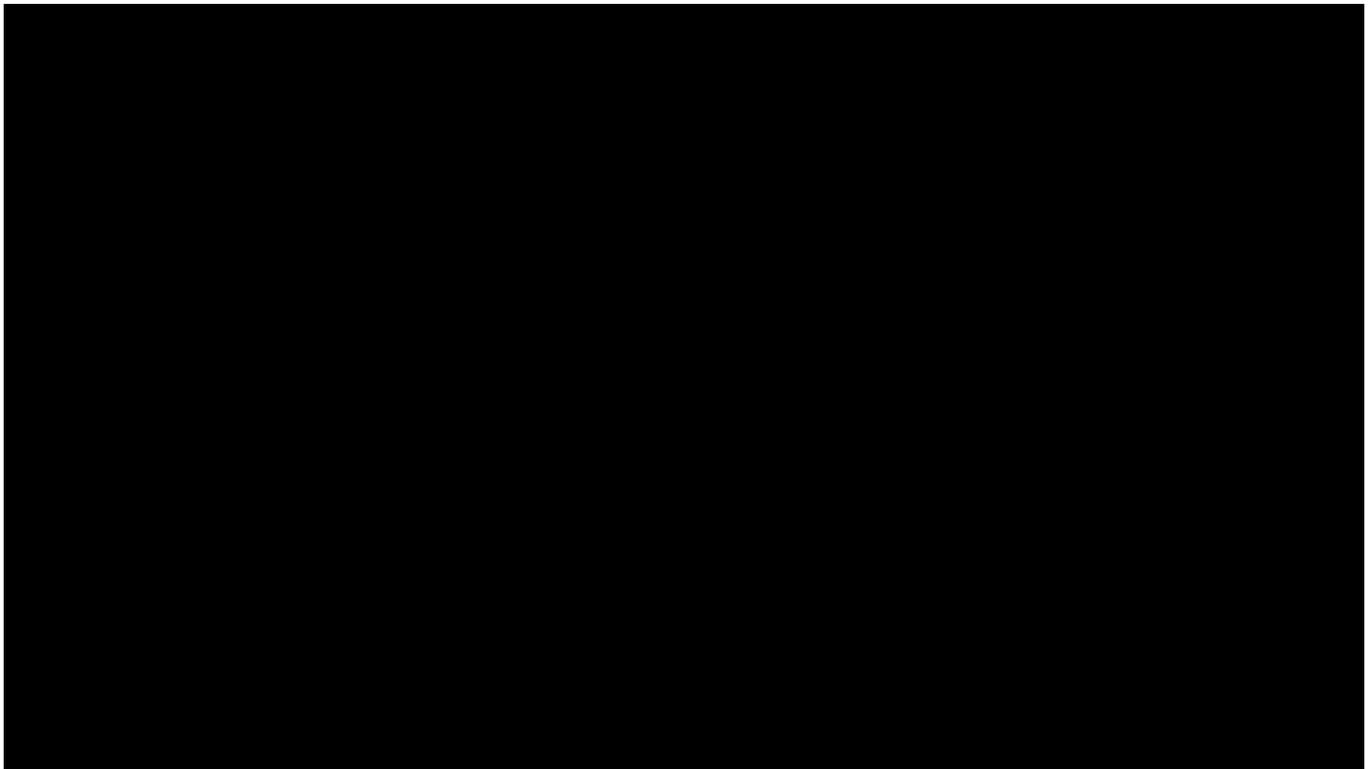
Podemos concluir que la Temperatura se mantuvo en un 98% en condiciones óptimas, de tal manera que la influencia de Temperatura no fue negativa para el crecimiento de los camarones en estudio. Pues osciló dentro de los intervalos aceptables. En el tiempo restante posiblemente los camarones se enterraron para sobrevivir a condiciones de temperatura extremas.

5.3 Salinidad

La salinidad de las aguas donde se desarrollaron los camarones en estudio durante el ciclo de cultivo osciló dentro de los intervalos óptimos establecidos para los ciclos de cultivo de 16ppm y 27 ppm como indica (Cliford, 1992) en los dos estanque con diferentes alimentos.

Para el estanque A se registraron valores bajos de salinidad de 19.5 ppm el día 123 de cultivo y niveles altos de salinidad de 45 ppm para el día 53 de cultivo. Para el estanque B se registró valores bajos de salinidad de 20 ppm para el día 123 de cultivo y valores de 45 ppm el día 45 de cultivo.

Gráfico 5.



El camarón es un animal euralino, soporta cambios amplios de salinidad. Su crecimiento continúa en rangos óptimos de 5 a 40 partes por mil, el rango normal para alcanzar los mejores resultados es de 15 a 25 partes por mil (ppm), pero los cambios bruscos le pueden ocasionar problemas de estrés hasta la muerte. 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 ppm), mientras que en la estación lluviosa el exceso de lluvia provoca una disminución de la salinidad en los estanques entre 8 y 10 ppm (Santamaría, 1991), en el Estero Real llega en unos casos a ser 0 (Martínez, 1998). Casi todas las características físicas y químicas del agua, dependen de la cantidad total de sales en disolución.

En algunos casos es elevada (superior a 35 ppm) desde el mes de Enero hasta el mes de Junio y se mantiene baja entre 33 ppm y 13 ppm el resto del año. Las causas de la salinidad alta en la mitad del año son debido a una alta evaporación y a la falta de renovación del agua entre el mar y los esteros en algunos casos en donde la toma de agua es de un estero. Los rangos óptimos de salinidad para un buen desarrollo del camarón oscilan entre 15 ppm (óptimo para su crecimiento) y no mayor de 35ppm (Franco 1994).

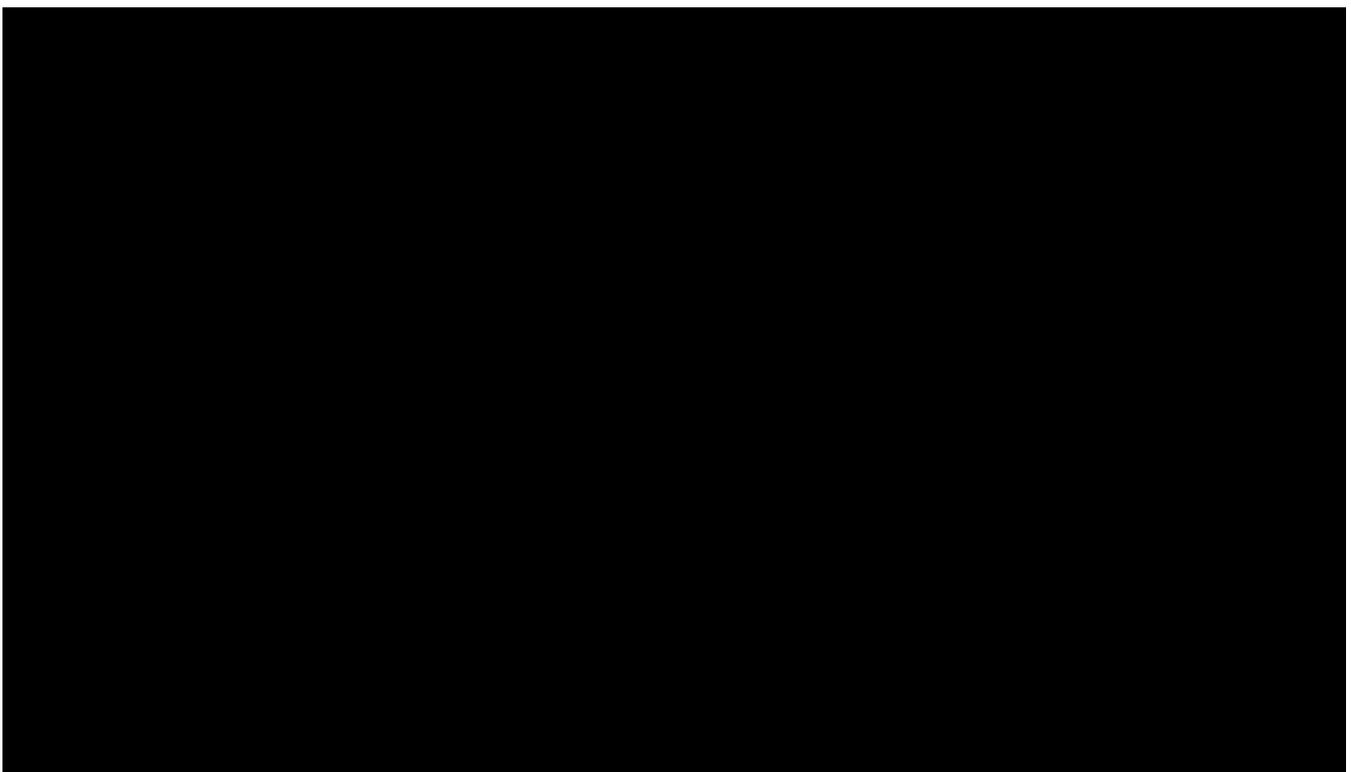
Según Tórrez (1991) los camarones son organismos euralinos por tanto son capaces de soportar cambios en el intervalo de salinidad pero no de forma brusca, dicho intervalo, según Tórrez, es de 5 a 45ppm, aunque en Honduras se han reportado salinidades fuera de ese intervalo; aunque también hubo reportes en Nicaragua Evenor Martínez (aporte personal, 2010)

Podemos concluir que la Salinidad pudo haber influenciado levemente durante dos semanas (7 y 8) el crecimiento del camarón durante el ciclo productivo pero en su estadio de juvenil. Pero en términos generales la Salinidad no afectó de manera drástica el crecimiento de los camarones en estudio.

5.4 Crecimiento

El crecimiento del camarón en los estanques donde se aplicó los dos tipos de alimento no mostraron diferencia significativa ($P>1$) durante el ciclo productivo, sin embargo hubo diferencias numéricas. A partir de la quinta semana se observa que los camarones alimentados con Purina tiene un mayor incremento que los camarones alimentados con Nicovita; esta diferencia es de 0.5 gr, registrando Purina 2 grs. y Nicovita 1.55 grs. Luego a partir de la sexta semana hasta la semana 12 los camarones presentan crecimiento similar para los dos tipos de alimentos; sin embargo de la semana 13 a la semana 17 los camarones alimentados con Nicovita tiene un mayor incremento que los camarones alimentados con Purina dando una promedio de diferencia de 0.3 grs.; para las dos últimas semanas de cultivo el crecimiento fue similar dando como un crecimiento final de 13.5 gramos para los camarones alimentados con Nicovita y de 13.3 grs. para los camarones alimentados con Purina. También en la grafica se muestra el crecimiento teórico que es lo que debe crecer el camarón, un gramo por semana.

Gráfico 6.



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

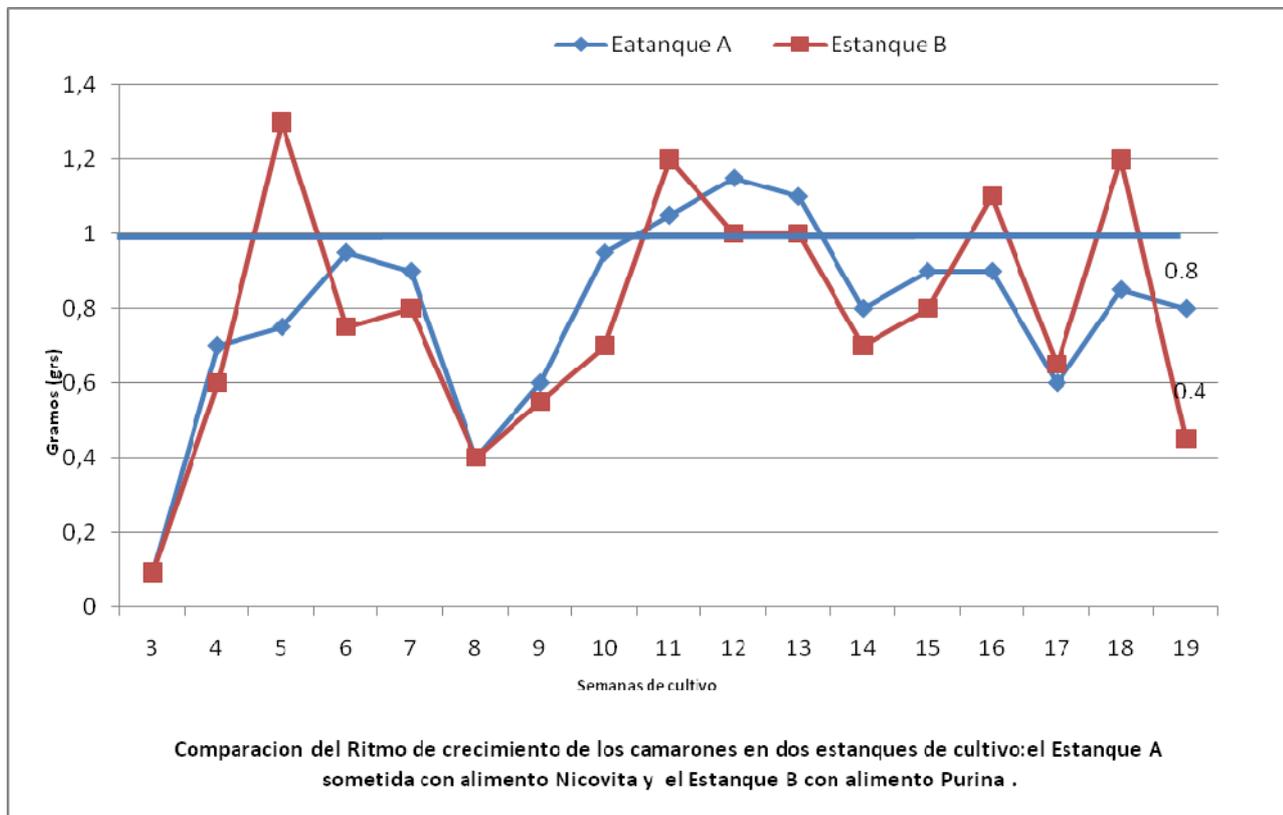
5.5 Ritmo de crecimiento

El ritmo de crecimientos de los camarones en estudio donde se administro los dos tipos de alimentos estudio, se observo que en la mayor parte del ciclo estuvieron un poco por debajo de los valores óptimos como menciona Martínez, Lan (1994). Se espera que el camarón crezca un gramo por semana en sistemas semi-intensivos.

El ritmo de crecimiento para los camarones alimentados con Nicovita fue constante aunque se mantuvo un poco por debajo de lo mencionado por Martínez (1994); sin embargo de la semana 11 a la 14 presento valores por encima de lo establecido y de nuevo para las ultimas semanas del ciclo se mantuvo un poco por debajo de estos. Registrando la última semana del ciclo un ritmo de crecimiento de 0.8 gramos.

El ritmo de crecimiento para los camarones alimentados con Purina fue oscilante aunque también se mantuvo por debajo por lo mencionado por Martínez (1994); Sin embargo presento ritmos de crecimiento bajos. Registrando la ultima semana un ritmo de crecimiento de 0.45 gramos.

GRAFICO 7

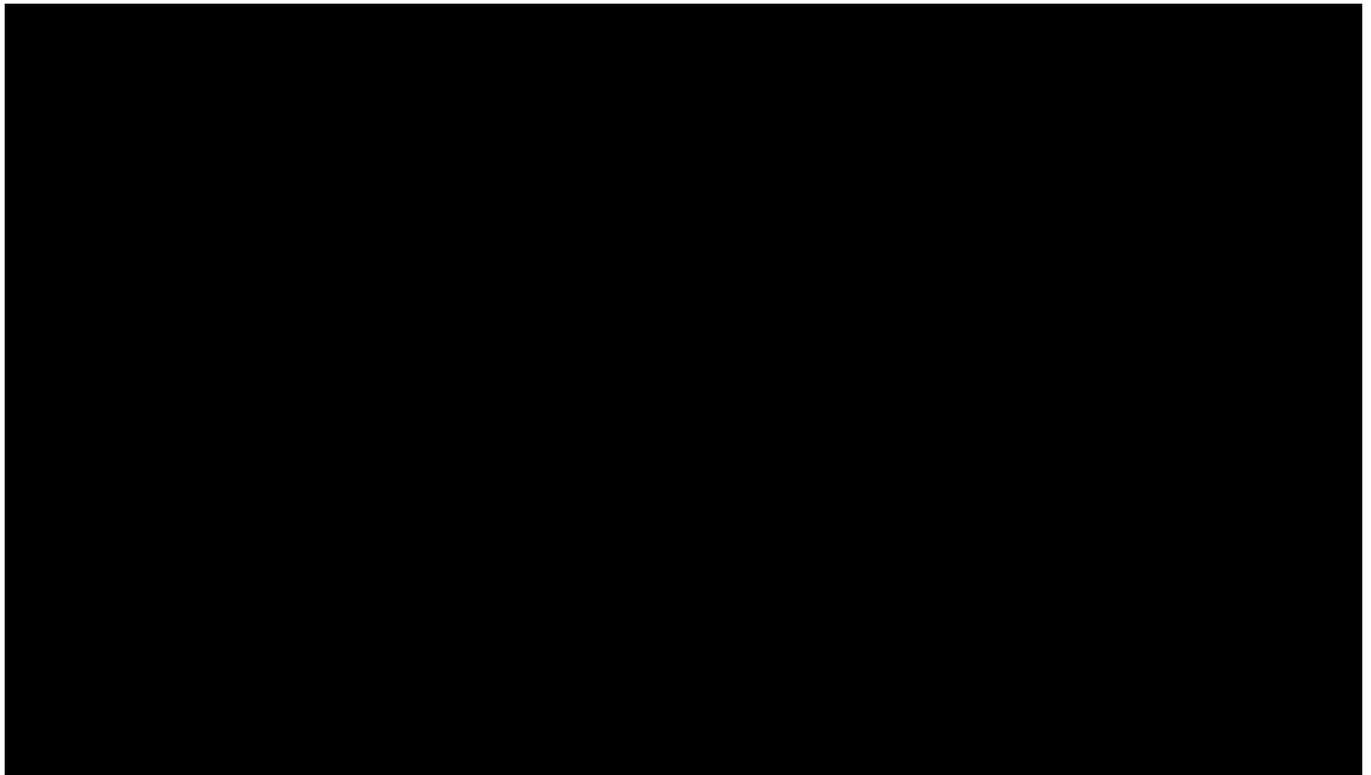


Tanto para los camarones alimentados con Nicovita como los camarones alimentados con Purina el ritmo de crecimiento fue bueno a pesar de presentar en ciertas ocasiones crecimientos por debajo del gramo por semana la mayor parte del ciclo, podemos decir que el comportamiento de este crecimiento se asemeja a el crecimiento de los camarones en época seca.

5.6 Supervivencia.

La supervivencia es un factor muy importante para determinar si el cultivo fue un éxito o no. Se observó que no hubo diferencia significativa al las dos aplicaciones de los alimentos en cuanto a la supervivencia de los camarones en estudio, debido a que los porcentajes se mantuvieron similares. A excepción de la semana 13 de cultivo donde los camarones alimentados con Nicovita presentaron una supervivencia de 63.96% y los camarones alimentados con Purina presentaron una supervivencia de 67.85%; dando una diferencia de 3.85%. Registrando al final del ciclo para Nicovita una supervivencia de 56.24% y para los alimentados con Purina una supervivencia de 55.15%.

GRAFICO 8



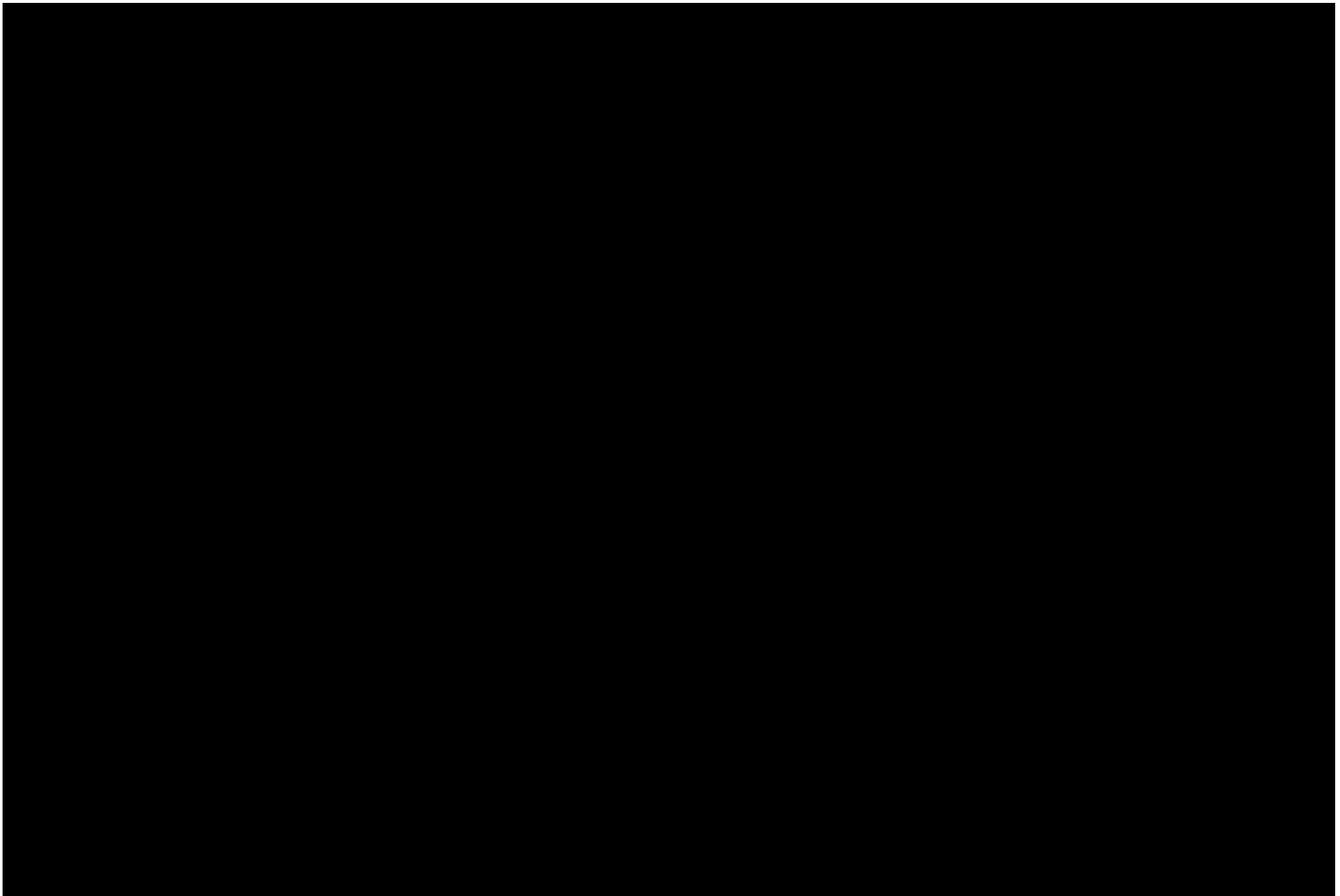
Las óptimas condiciones de los camarones en cultivo dependen de una inmensidad de factores, que se encuentran en una constante correlación (factores ambientales físico químicos, tipo de siembra, tipo de manejo del cultivo, calidad de agua, alimentación adecuada, entre otros). Pero como indica Santamaría (1991), cuando presentan bajos o altos niveles de los factores que determinan la supervivencia de los camarones, pueden estresar el camarón, causando en muchos de los casos un reblandecimiento de la concha y pobre supervivencia del camarón.

Un equilibrio de estos factores ayuda a que obtenga una mayor sobrevivencia en las pilas de cultivo. En teoría se espera que con la larva de laboratorio lo normal es que haya un 50% de sobrevivencia al final de cosecha (Martínez, 2009). El resultado demuestra que el porcentaje de sobrevivencia obtenida durante el desarrollo de este trabajo en los camarones alimentados con dos tipos de alimentos está por encima de lo esperado.

5.7 Alimentación.

El estudio demuestra que alimento acumulado por semana consumido por los camarones en estudio durante el ciclo, tanto para Nicovita como Purina, fue ascendente dando como resultado para final del ciclo para los camarones alimentados con Nicovita un consumo o administración de 122,516 lbs. y para los camarones alimentados con Purina un consumo o administración de 126,294.5 lbs. en total.

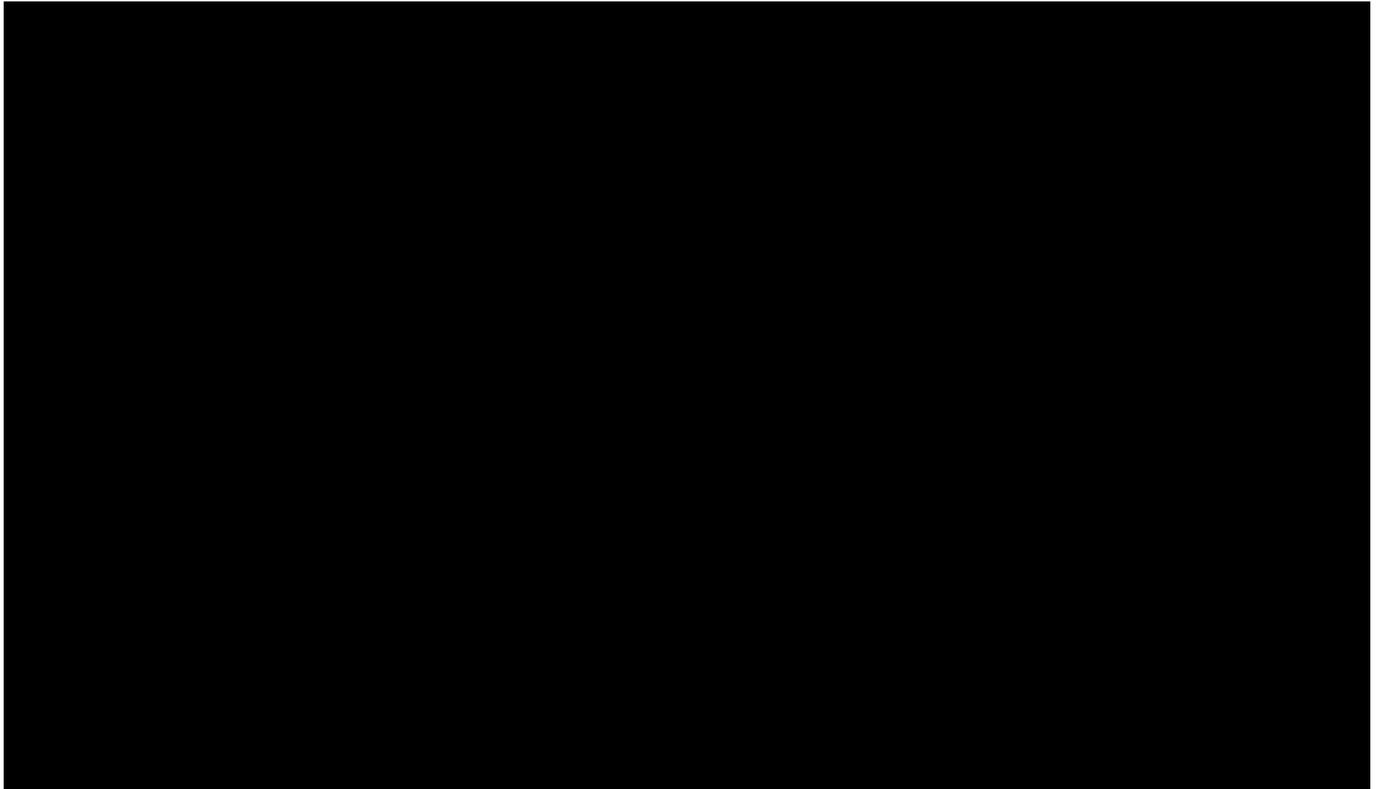
GRAFICO 9



5.8 Rendimiento productivo

El estudio realizado muestra que el Rendimiento productivo para el estanque A fue de 2,335.9 lbs. /ha y para el estanque B fue de 2,273.7 lbs. /ha dando una diferencia numérica de 62.2 lbs. /ha, pero no representó una diferencia significativa ($P>1$).

GRAFICO 10



El rendimiento productivo de cada estanque en cuanto a libras/ha producidas es un factor muy importante al final del ciclo pues mediante este resultado nos damos cuenta que tan exitoso fue el ciclo productivo, este resultado se obtiene la biomasa actual del estanque entre el área del mismo obteniendo así datos de las libras por hectárea que produjo cada uno de los estanques en observación.

5.9 Factor de conversión alimenticia

En el análisis de los datos de las tablas del Factor de Conversión Alimenticia (FCA) se observa que hubo diferencia numérica entre ambos alimentos; ambas estanques presentaron al inicio del ciclo un buen F.C.A; pero no duro hasta el final ya que a partir de la semana 16 ambas lagunas sobrepasaron un poco el nivel aceptable. Dando como resultado que en los estanques donde los camarones fueron alimentados con Nicovita el F.C.A final fue de 1.96 y los camarones alimentados con Purina tambien con un F.C.A de 1.96.

GRAFICO 11



El F.C.A. varía dependiendo de la densidad de siembra, calidad del alimento y tamaño del camarón cosechado. También el F.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; Como indica Martínez E., (2007), mientras más bajo el valor del F.C.A mas eficiente el uso de alimento. Generalmente, valores de F.C.A menores de 1.5 son considerados buenos e cultivos semi-intensivos en menos de siete semanas. Altos valores pueden resultar de alimentos nutricionalmente deficientes, sobrealimentación, pobre calidad de agua o alta densidad de especies en cultivos.

VI RECOMENDACIONES

- Distribuir de manera homogénea el alimento a la hora de su administración en los estanques, con respecto al cumplimiento de la técnica a aplicar por parte de los trabajadores (alimentadores).
- A la hora de la toma de los parámetros Físico-Químico, con respecto al oxígeno en el lugar y hora adecuada, es decir la implantación de la técnica de la toma de este parámetro debe ser la adecuada.
- La dieta a suministrar a los camarones en los estanques, aplicarlos en base a la tabla de alimentación.
- A la hora de hacer muestreo de población se deberían de realizar tempranas horas de la mañana, para de esta manera obtener datos más confiables.
- Implementar en la granja la toma de parámetros denominado pH durante el ciclo de cultivo (agua) y antes de este (suelo, preparación de estanque). Así como una capacitación de la manera de utilizar y tomar este parámetro.

VII CONCLUSIÓN

En el análisis de los resultados obtenidos en el transcurso de este trabajo, las principales conclusiones son:

1. En caso del Oxígeno Disuelto para las aguas del estanque A (oscilaron entre 1.5 mg/lit y 13.9 mg/lit y para el estanque B el O.D oscilo entre 1.8 mg/lit y 12.85 mg/lit, durante el día; la temperatura para el agua del Estanque A osciló entre 26 °C y 35 °C y para el estanque B la Temperatura osciló entre 26 °C y 35 °C; salinidad en las aguas del estanque A osciló entre 19.5 ppm y 45 ppm y para el estanque B la salinidad osciló entre 20 ppm y 45 ppm.
2. En cuanto al Ritmo de crecimiento en el estanque A presentó un promedio semanal de 0.8 gr. y para el estanque B un promedio semanal de 0.8 gr; El peso promedio obtenido en el estanque A fue de 13.5 gramos y para el estanque B el peso promedio obtenido fue de 13.3 gramos; la sobrevivencia obtenida al final del ciclo de cultivo para El estanque A 56.24% y para el estanque B una sobrevivencia de 55.15%.
3. La biomasa obtenida para el estanque A fue de (62,751 lbs./c) y para el estanque B la biomasa fue de (65,113 lbs./c); El Rendimiento Productivo fue de 2,335.9 lbs./ha para el estanque A y el Rendimiento para el estanque B fue de 2,273.7 lbs./ha.
4. El promedio semanal de F.C.A para el estanque A fue de 1.26 en comparación del estanque B que fue de 1.21; El F.C.A final en el estanque A fue de 1.95 y para el estanque B el F.C.A tambien fue de 1.95.

VIII BIBLIOGRAFÍA

Disponibles en Internet:

1. IMPORTANCIA DE LAS VITAMINAS EN LA ALIMENTACIÓN DE CAMARONES Y PECES. José Ignacio Arango g. tec. regional nutrición de camarones. Brasil. 15 pg http://www.ciabcr.com/jornadaacuicola/3_importancia_vitaminas_en_nutricion_peces_y_camarones.pdf
2. ALIMENTOS DE CAMARONES. EXTRUIDO VS PELETIZADO. Osvaldo Muñoz Latuz Marzo, Abril, 2005. 4PG <http://www.panoramaacuicola.com/ediciones/PAM%2010-3/10-13.pdf>
3. REVISIÓN SOBRE ALGUNAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y CONTROL DE CALIDAD DE ALIMENTOS COMERCIALES PARA CAMARÓN EN MÉXICO. En: Editores: L. Elizabeth Cruz Suárez , Perla Patricia Ruiz Díaz, Estrella Cota-Cerecer, Martha G. Nieto-López, Claudio Guajardo-Barbosa, Mireya Tapia-Salazar, David Villareal-Cavazos, Denis Ricque-Marie. 2006. 141 pg. Programa de Maricultura, Universidad Autónoma de Nuevo León, Cd. Universitaria, San Nicolás de la Garza, Nuevo León, México. www.uanl.mx/secciones/publicaciones/.../21CruzSuarez.pdf -
4. PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS PARA CAMARÓN ESTABLES EN EL AGUA. Bernard Devresse. TEGOFARM AQUA BV, Croylaan 14 P.O. Box 85, 5735 ZH pp. 526-539 Noviembre 15-18, 1998. La Paz, B.C.S., México. www.uanl.mx/secciones/publicaciones/nutricion.../32debr.pdf -
5. *TASA O FACTOR DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA EN EL CULTIVO DE CAMARÓN*. Boletín nicovita. Edición Tumpis Editores Víctor Talavera. Dagoberto Sánchez. Luis Miguel Zapata Av. Argentina 4695, Callao 1, Perú Volumen 3 – Ejemplar 08 Agosto , 1998 www.alicorp.com.pe/ohs_images/nicovita/.../bole_9703_01.pdf
6. PRIMERA PARTE NUTRICION Y ALIMENTACION DE PECES Y CAMARONES CULTIVADOS MANUAL DE CAPACITACION 1. NUTRIENTES ESENCIALES. [ww.fao.org/docrep/field/003/.../AB492S01.htm](http://www.fao.org/docrep/field/003/.../AB492S01.htm) -
7. EFECTO DE CUATRO DENSIDADES DE SIEMBRA SOBRE EL CRECIMIENTO DE CAMARÓN BLANCO LITOPENAEUS VANNAMEI, CULTIVADO EN ESTANQUES RÚSTICOS. Humbert Manzano Delgado. Manzanillo Colima Marzo del 2009. digeset.uco.mx/tesis.../Pdf/Humberto%20Manzo%20Delgado.pdf -
8. EFECTO DE LOS FACTORES AMBIENTALES SOBRE EL CRECIMIENTO DE LOS CAMARONES EN PESO DE LOS CAMARONES PENAEUS VANNAMEI CULTIVADOS EN SISTEMAS CON BAJO SUBSIDIO ENERGÉTICO. Nelda Urania Lopez. Managua, Nicaragua, 17 de julio de 1998.
9. LAS VITAMINAS EN LA ALIMENTACION DE CRUSTACEOS Editores Víctor Talavera, Dagoberto Sánchez, Luis Miguel Zapata Volumen 2 – Boletín nicovita Ejemplar 02 Febrero, 1997 www.alicorp.com.pe/ohs_images/nicovita/.../bole_9702_02.pdf
10. . PREDICCIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD DE PROTEÍNA EN EL CAMARÓN Y USO Fernando Luis García-Carreño 2000 pp. 440-451 La Paz, B.C.S., México. www.uanl.mx/secciones/publicaciones/nutricion.../25garcia.pdf -
11. EVALUACIÓN ENZIMÁTICA <http://www.sip.uan.edu.mx/publicaciones/evaluaciondelaactividad.pdf>

12. EFECTO DE LA SALINIDAD SOBRE EL CRECIMIENTO Y SOBREVIVENCIA C. BLANCO P. VANNAMEI A 0. G/L DE SALINIDAD BAJO CONDICIONES Maria Cruz Rivera. Manzanillo, Colima, 1998. 53 pg
http://digeset.ucol.mx/tesis_posgrado/Pdf/Maria%20Cruz%20Rivera%20Rodriguez.pdf
13. EVALUACION NUTRICIONAL DE UN EXTRACTO LIPIDICO Y UN CONCENTRADO PROTEÍNICÓ DE LANGOSTILLA. Ernesto Goytortúa Bores. Colima, Col., México. Septiembre 2000. 50 pg. http://digeset.ucol.mx/tesis_posgrado/Pdf/Ernesto%20Goytortua%20Flores.pdf
14. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES. Traducción: L. Elizabeth Cruz S. y Denis Ricque M. Avances en *Nutrición Acuícola* III. 181-204 pp.
<http://w3.dsi.uanl.mx/publicaciones/maricultura/acuicolaIII/pdfs/3.pdf>
15. ASPECTOS BIOENERGETICOS EN ACUICULTURA. C. Young Chol y Dominique P. Bureau2. Traducción: Laura Treviño, L. Elizabeth Cruz-Suárez, Denis Ricque Marie, Mireya Tapia Salazar. 33-81 pg. <http://w3.dsi.uanl.mx/publicaciones/maricultura/acuicolaIII/pdfs/2.pdf>
16. ENZIMAS DIGESTIVAS. L. Avances en Nutrición Acuícola III Elizabeth Cruz Suárez. 207--267 pg.
<http://w3.dsi.uanl.mx/publicaciones/maricultura/acuicolaIII/pdfs/4.pdf>
17. INGENIERÍA DE CULTIVOS MARINOS Y DULCEACUÍCOLAS CONCEPTOS BÁSICOS DE INGENIERÍA EN CUICULTURA. Daniel Conijeski. Uruguay. Agosto 2008 . 28 pg
http://www.dinara.gub.uy/web_dinara/images/stories/file/Curso_Ingenieria_Cultivos.pdf

Libros:

- 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.
- 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.
- Andrews, F. 1996. Como Prevenir y Curar Enfermedades de los Peces de Acuario. Editor Ceac, S.A Italia. (12- 25) p.
- Arredondo Figueroa, J.L. 1991. Técnicas de Fertilización en el Cultivo de Camarón. En Zendejas H.J. and G.W. Chamberlain (editores). Taller sobre el cultivo de camarón. Mazatlán, Sin Julio 17-19, 1991. Purina S.A de C.V., México D.F. México. 47-56
- Barreto, F. 2003. Crecimiento de camarones *litopenaeus vannamei* asociado a factores de manejo. León 2003, Pág. 2
- Boyd. C.E and Gautier Effluent Composition and water quality standards. Global Aquaculture Advocate. 61-66 pp.

Cruz, E., et al. 1993. Memorias del Primer Simposium Internacional de Nutrición y Tecnología de los alimentos para Acuicultura. México: Universidad Autónoma de Nueva León.

Cruz, E., Ricque, M. & Nieto, M. 2000. Importancia de la digestibilidad en los alimentos para el camarón. Panorama Acuícola 10: 10-12.

Díaz, E. Aspectos de la Fisiología de Animales Acuáticos. Nutrición Y Metabolismo. Editorial Pueblo y Educación. : 26 - 29.

Darryl E. Jory, Ph.d2000. Manejo Integral del Alimento de Camarón en estanques de producción camaronesa y Principios de Bioseguridad Monterrey, Nuevo León, México M.B.A.

Escoto, R. 1993. Anotaciones sobre la Biología de los Camarones Peneidos, Proyecto NORAD NIC. 001, Centro de Investigaciones de Recursos Hidrológicos. Managua.: 16.

Franco, A. 1990. Manejo Técnico de granjas camaronas. Pradepesca Manual 1. Pp 9 -17.

Franco, A 1994 Manejo Técnico de Granjas Camaroneras, MEDEPESCA Managua. 88 pág.

Gaxiola, G. 1997. Comunicación Personal. Catedrático de la Universidad

Herrera Sirias Maria Dolores Claudia, 1999, Crecimiento de los camarones *Litopenaeus vannamei* (Pérez Farfante1998) en estanques manejados con sistemas semi-intensivos, Estero Real Nicaragua, en el periodo de transición seco-lluvioso; Tesis de Licenciatura, Nicaragua, UNAN-León.

Herrera Sirias, C y Martínez G.E. 2007. Apuntes de Patología Acuicola. UNAN-León. 79p.

Lee, P. & Lawrence, A. 1997. Digestibility. In Crustacean Nutrition. Abramo, L. (edi). World Aquaculture Society, Louisiana: 194-260.

Martínez C. LR. 1993. Camaronicultura, Bases Técnicas y Científicas para el cultivo de camarones pependidos. Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora. México: Pág. 178

Martínez, E, Lin, F. 1994. Manual Para el Cultivo de Camarones Marinos del Genero *Peneus*. Autoridad Noriega para el desarrollo Internacional (NORAD) UNAN-LEON, Dpto. Biología, León-Nicaragua-54pag.

Martínez, G. E. 1996. Condiciones para el crecimiento del camarón blanco *Penaeus setiferos* modelo para cultivo. Facultad de ciencias, Tlatelolco, México, D.F. Pág.65

Martínez G. E. 1997, Fisiología de camarones.

Martínez. E. y Zapata B. 1997 Aprovechamiento del alimento natural para el engorde del camarón o importancia del control y analisis de los parámetros. IV Encuentro Nacional de Productores de Camarones de CULTIVOS El Viejo Chinandega. Pág. 29-46.

Martínez, E. 2006. Proyecto de producción de camarones en estanques de concreto, las peñitas-león. Unan León.

Obregón, et al. 1999. Factores físico-químicos del agua que afectan el Rendimiento biológico del camarón En tres Granjas camaroneras del Estero Real y su Relación con el cambio climático. Nicaragua: Universidad Centroamericana. Pág. 50,,51 y 52.

Tórrez, A 1991. Manual Practico de Cultivo de Camarón en Honduras, Federación de productores y Exportadores Agropecuarios agroindustriales de Honduras, Honduras. 45 pág.

Ochoa, M. Emilio, 2001. Método para Mejorar la camaronicultura en Centroamérica/trae d. Managua: Editorial-Imprenta UCA, 304 Pág.

Pérez, M. 1993. El Cultivo del Camarón en el Istmo Centroamericano, Temas de Acuicultura. N ° 2- 3. Managua. : 4.

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.

Rodríguez, G. M. y Maldonado, C. J. 1996. La acuicultura en México, bases onceptuales y principios. Dirección de educación en ciencia y ecnología del mar. Oceanología . 1(11):7-26

Rosas, C. 1999, Ecofisiología de Camarones de la Familia Peneaidae, México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Saborío, A. 2000. La Camaronicultura en Nicaragua. UCA. Sexto encuentro de pequeños productores de camarón. Chinandega 2001. Pág. 7, 8

Santamaría, L. Y García, E.1991. Parámetros importantes en la Calidad de agua de cultivo de Organismos Acuáticos en Estanques de agua Salobre Manual Técnico. Dirección de extensión Agropecuaria. Panamá Pág 27.

Villalón, J. 1994. Manual Practico para la producción comercial Semi-intensivo de Camarón Marino Texas & M University Sea Grant Colleges Program. Impreso en EE.UU. 122 pág.

Zendejas, j. nutrición de camarón y manejo de la alimentación 1992 México Purina México, S.a de C.V

