

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua

UNAN-León

Facultad de Ciencias y Tecnología

Departamento de Biología

Carrera de Ingeniería Acuícola



Tesis previa, para optar al título de Ingeniero Acuícola

Tema:

**Crecimiento de postlarvas de camarón blanco *Litopenaeus vannamei*,
alimentados con Sustrato artificial vrs Flóculo, como alimento natural
complementario.**

Presentada por

- **Br. Jeny Belén Jiménez Rojas**
- **Br. Sandra Mercedes Estrada Flores**

León, Julio de 2013

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua

UNAN-León

Facultad de Ciencias y Tecnología

Departamento de Biología

Carrera de Ingeniería Acuícola



Tesis previa, para optar al título de Ingeniero Acuícola

Tema:

**Crecimiento de postlarvas de camarón blanco *Litopenaeus vannamei*,
alimentados con Sustrato artificial vrs Flóculo, como alimento natural
complementario.**

Presentada por

•Br. Jeny Belén Jiménez Rojas

•Br. Sandra Mercedes Estrada Flores

Tutora:

Lic. Claudia Herrera Sirias

León, Julio de 2013



Resumen

Uno de los aspectos más importantes en la acuicultura es el alto costo del alimento, que se lleva aproximadamente el 60% de la producción, por lo que el uso de sustrato artificial, (un sustrato es todo material sólido, distinto del suelo, mineral u orgánico, que, colocado en un medio acuático, permite el anclaje de organismos como fitoplancton, zooplancton y bacterias) y flóculo (es el cultivo de bacterias heterotróficas y algas del género diatomeas) como alimento natural complementario en un sistema intensivo, lo que ayudaría a una reducción en los costos de producción. Por ello, con este trabajo se trata de conocer cuál de los dos sistemas de alimentación (flóculo y sustrato artificial), brinda mejor crecimiento de las postlarvas de camarón, *Litopenaeus vannamei* en un sistema intensivo. Para desarrollar este trabajo se definieron dos tratamientos: sistema de alimentación natural con sustrato artificial y sistema de alimentación natural con flóculo. Cada tratamiento se hizo en una pila de concreto de 15m², con aireación artificial, en cada una de las pilas se sembró a una densidad de 40 ind/m². En cada repetición se registraron factores físicos químicos y parámetros poblacionales. Al realizar este experimento se obtuvieron los siguientes resultados: el Oxígeno disuelto se mantuvo 3 a 8mg/lit, la temperatura varió entre 28-32°C. En el sistema de alimentación natural con flóculo los camarones llegaron a un peso final de 3.3 gr y en el sistema de alimentación natural con sustrato artificial llegaron a 2.46gr, en 46 días. La sobrevivencia de los camarones que crecieron en sistema de alimentación natural con sustrato artificial fue de 95% y con sistema de alimentación natural con flóculo de 88%. El Rendimiento productivo final en el sistema de alimentación natural con sustrato artificial fue de 2,088.4gr y en el sistema de alimentación natural con flóculo fue de 1,906.8gr. (Concluimos que el mejor tratamiento fue el sistema de alimentación natural con flóculo, obteniendo un mejor crecimiento en los camarones).



Dedicatoria

A Dios Todopoderoso por colmarnos de vida, salud y bendiciones en la formación de nuestros destinos. "Bendice, alma mía a Jehová, y bendiga todo mi ser su santo nombre. Bendice alma mía, a Jehová, y no olvides sus beneficios" salmos 103.

A nuestros padres, quienes nos han llevado de la mano desde la niñez, hasta esta etapa de nuestras vidas, por ser inspiración y perseverancia de nuestras luchas.



Agradecimientos

A Dios Todopoderoso, por habernos obsequiado vida, paciencia y fuerzas de salir adelante, para cumplir nuestras anheladas metas, en medio de tanta tribulación. "Todo lo puedo en Cristo que me fortalece" Filipenses 4:13.

A nuestros amorosos padres Reyna Rojas, Juanita Flores, Juan Jiménez y Rolando Estrada, por su incondicional apoyo, pues nosotras somos las fuerzas de todas sus luchas y el pensamiento intenso dentro de sus mentes, gracias por su inmenso amor y paciencia.

A nuestros amados hermanos, por formar parte de esta ardua tarea, gracias por su amor y gratitud.

A nuestros amigos y compañeros, por haber compartido con nosotras momentos y experiencias de grata felicidad, aunque pasen los años, esos momentos vivirán en el pensamiento eterno de nuestras vidas.

A nuestra tutora Lic. Claudia Herrera, Dr. Evenor Martínez y M.Sc. Claudia Jovel, quienes con tanto empeño y perseverancia han sido como nuestros padres en la educación y formación de nuestra carrera, gracias por su colaboración.



INDICE

RESUMEN.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
INDICE.....	iv
I.- INTODUCCION.....	1
II.- OBJETIVOS.....	3
III.- LITERATURA REVISADA.....	4
3.1- Características generales del camarón <i>Litopenaeus vannamei</i>.....	4
3.1.1-Taxonomía.....	4
3.1.2- Ciclo biológico del <i>Litopenaeus vannamei</i>	5
3.1.3.-Descripción de las etapas de desarrollo larvario.....	7
3.1.4-Sistema digestivo del camarón.....	8
3.2- Sistemas de producción.....	13
3.2.1- Extensiva	
3.2.2- Semi-intensiva	
3.2.3- Intensiva	
3.2.4- Super-intensiva	
3.3- Preparación de estanques.....	14
3.6.1- Encalado	
3.6.2- Fertilización	
3.4-Aclimatación.....	15



3.5-Siembra.....	16
3.6 Calidad de agua.....	17
3.6.1- Factores físico-químicos.....	18
3.6.1.1- Oxígeno disuelto (O.D)	
3.6.1.2- Temperatura (°C)	
3.6.1.3- Salinidad (S%O)	
3.6.2- Aireación artificial.....	21
3.7- Proceso de alimentación de postlarva y engorde.....	22
3.7.1- Alimento Artificial.....	22
3.7.2- Alimento natural.....	23
3.7.2.1- Flóculo.....	23
3.7.2.1.1- Diatomeas	
3.7.2.1.2- Bacterias Heterotróficas	
3.7.2.1.3- Insumo aplicable para la elaboración del flóculo (algas y bacterias).	
3.7.2.2- Sustrato artificial.....	27
3.7.2.2.1-Importancia del Fitoplancton, para la producción de Sustrato artificial.	
3.7.2.2.2-Clasificación de los grupos de algas más representativos para la elaboración de sustrato artificial	
Diatomeas	
Cianófitas	
Clorófitas	
Dinoflagelados	
3.7.2.2.3- Crecimiento de una población algal	
Fases de crecimiento	
3.7.2.2.4- Zooplancton	
3.7.2.2.5- Bacterias que están presentes en el sustrato	
3.8- Buenas prácticas de manejo del alimento para camarón.....	34



3.9- Parámetros poblacionales.....	39
3.9.1- Crecimiento	
3.9.2- Ritmo de crecimiento (R.C)	
3.9.3- Tasa de Crecimiento (T.C)	
3.9.4- Supervivencia (S% ⁰)	
3.9.5- Factor de Conversión Alimenticia (F.C.A)	
3.9.6- Rendimiento productivo	
IV.- MATERIALES Y METODOS.....	44
4.1- Localización	
4.1- Dispositivo experimental	
4.3- Preparación de estanques	
4.4- Aclimatación y siembra	
4.5- Tratamiento con sustrato artificial	
4.6- Tratamiento con flóculo	
4.7- Recambio de agua	
4.8- Alimentación	
4.9- Factores Físico-Químicos	
4.10- Parámetros poblacionales	
4.11- Técnica de recolección de datos	
4.12- Técnica de análisis de datos y prueba de hipótesis	
V.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	51
VI.- CONCLUSIONES.....	61
VII.- RECOMENDACIONES.....	62
VIII.- BIBLIOGRAFIA.....	63
IX.- ANEXOS.....	70



I.- INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, la camaronicultura es un sector productivo en aumento. La fuerte demanda del mercado internacional ha elevado la producción mundial, para el año 2001 se registraba una producción de tres millones de toneladas métricas por un valor aproximado de 12,000 millones de dólares. Por otro lado, Nicaragua posee un gran potencial para el desarrollo del sector, en especial la costa del Pacífico. Según Ortega, 1996 estudios de la FAO han estimado en la región un área de 39,250 hectáreas (has), aptas para el cultivo de camarón.

La industria de la camaronicultura ha tomado gran importancia en nuestro país (Nicaragua) debido a las grandes inversiones y entradas de divisas, ya que el camarón que se produce es principalmente de exportación, además que genera empleos a miles de personas y da utilidad a zonas rurales productivas para la agricultura. El camarón cultivado ocupa la rama más importante dentro de la acuicultura y es cada vez más aceptable en el consumo humano.

El éxito en el cultivo de las diferentes especies de camarón depende en gran parte de una adecuada nutrición y un buen manejo del alimento (Artiles et al. 1996).

En los sistemas de cultivos intensivos, generalmente los estanques son pequeños (0,1–1,0 ha) sean cuadrados o redondos, la densidad de siembra es de 30 ~ 40 larvas/m². Es necesario ubicar alrededor de 4–6 aireadores por hectárea para incrementar la concentración de oxígeno disuelto.

La alimentación se suministra 4 veces al día. Con un manejo adecuado después de 4 meses se podría alcanzar pesos promedios de 12 a 14 gramos para cosechar. Se requiere una aireación continua de 1 HP/400–600 kg de camarón cosechado, para la oxigenación y circulación del agua. El F.C.A varía dependiendo de la densidad de siembra, calidad del alimento y tamaño del camarón cosechado, esta es diversa 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. (Anónimo, 1997).



Los cultivos intensivos requieren mucho más manejo y cuidado. Típicamente los cultivos intensivos son mono-cultivos y se emplean alimentos concentrados especiales y costosos. (Meyer D. 2004).

Con este experimento, se desea dar una alternativa e información necesaria, a los productores que trabajen con sistemas intensivos, al utilizar los métodos de alimentación natural complementario: sustrato artificial (un sustrato es todo material sólido, distinto del suelo, mineral u orgánico, que, colocado en un medio acuático, permite el anclaje de organismos como fitoplancton, zooplancton y bacterias) y flóculo (es el co-cultivo de bacterias heterotróficas y algas del género diatomeas), Esta contribución puede llegar a ser de hasta un 70% de los requerimientos del organismo, (Chiu and Chien, 1992; Jory, 1995,2000; Barraza Guardado, 1996; Peña Mesina, 1999; Martinez-Cordova et al. 1997, 1998, 2000, 2002, 2003, Tacon et al. 2000, 2001).



II.-OBJETIVOS

General

Conocer cuál de los dos sistemas de alimentación natural complementarios (flóculo y sustrato artificial), brinda mejor crecimiento de las postlarvas de camarón, *Litopenaeusvannamei* en un sistema de producción intensivo.

Específicos

1. Comprobar si los factores físico químicos (oxígeno disuelto, temperatura y salinidad) afectan el crecimiento de las postlarvas sometidas a experimentación.
2. Realizar conteos volumétricos (ml) de flóculo, para conocer la cantidad de flóculo que se aplicará como alimento natural a las postlarvas, sometidas a esta experimentación.
3. Comparar el Crecimiento acumulado, Ritmo de crecimiento, Tasa de crecimiento, Supervivencia, Rendimiento productivo de los camarones y Factor de Conversión de Alimento en las 2 condiciones experimentales.



III.-LITERATURA REVISADA

3.1- Características generales del camarón *Litopenaeus vannamei*

3.1.1-Taxonomía:

Phylum:Arthropoda

Clase: Malacostraca

Orden: Decapoda

Suborden: Dendobranchiata

Superfamilia:Penaeoidea

Familia:Penaeidae

Género: Litopenaeus

Especie: vannamei

(Pérez-Farfante y Kensley, 1997)



3.1.2- Ciclo biológico de camarón blanco Litopenaeusvannanei

El ciclo de vida del camarón puede ser dividido en dos fases: la Marina y la estuarina (Morales, 1990).

La reproducción del camarón comienza en aguas alejadas de la costa, cuando el macho deposita en la hembra un paquete de esperma que fertiliza los huevos a medida que son puestos (CPC, 1989). Las hembras grávidas son reconocidas fácilmente por sus ovarios verdes, visibles a través del caparazón (Van Olst y Carlberg, 1972).

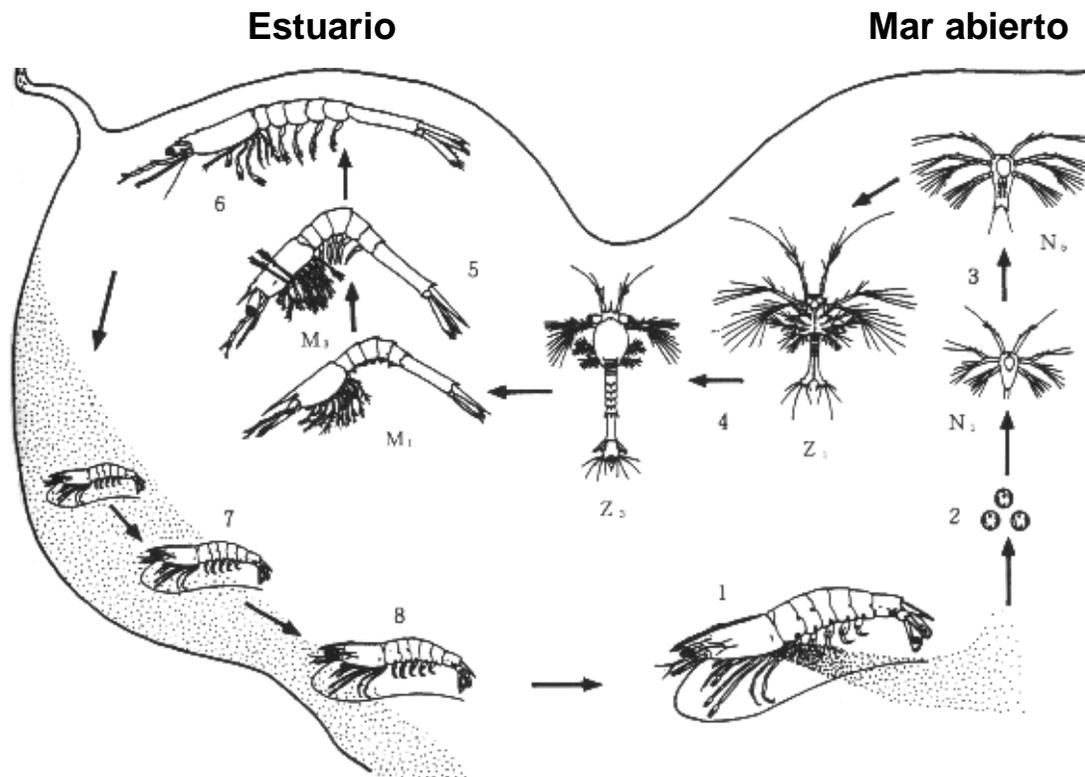
Luego los huevos maduran y pasan a través de una serie de estadíos larvales: nauplio, zoea y mysis, posteriormente alcanzan el estadio de post-larva que asemeja a un camarón adulto. Luego las post-larvas se mueven en dirección a la costa hacia los estuarios de los ríos, donde se desarrollan rápidamente, pues encuentran una mayor disponibilidad de alimento, menor salinidad, mayores temperaturas y protección contra los depredadores. Después de sucesivas mudas, las post-larvas se transforman en juveniles manteniéndose en los estuarios de los ríos durante un lapso de 3 a 4 meses (Morales, 1990), posteriormente comienzan a migrar al mar donde su crecimiento es más rápido (CPC, 1989).

Las hembras son sexualmente inmaduras cuando salen de los estuarios, estas no madurarán hasta que lleguen a los campos de apareamiento, los cuales se encuentran lejos de la costa a profundidades de 12 a 18 metros. Los machos por naturaleza maduran antes que las hembras. Para que ocurra el apareamiento, la hembra debe de haber mudado y encontrarse en un estado característico, con el carapacho o exoesqueleto blando, por otro lado el macho debe tener su exoesqueleto duro. El desove tiene lugar en la temporada cálida, el número de huevos por desove fluctúa entre los 200000 - 500000 (Morales, 1990) y 300000 (CPC, 1989).



Existe evidencia de que las hembras desovan más de una vez. La vida normal del camarón es de 12 meses aproximadamente, pero algunos llegan a los dos años (Morales, 1990).

Figura N°1. Ciclo biológico del camarón



- | | |
|------------|----------------|
| 1. Adulto | 5. Mysis |
| 2. Huevo | 6. Post larva |
| 3. Nauplio | 7. Pre juvenil |
| 4. Zoea | 8. Juvenil |

(Morales, 1990).



3.1.3- Descripción de las etapas del desarrollo larvario de *Litopenaeus vannamei*

Huevo fecundado: Los huevos fecundados del camarón son pelágicos; su desarrollo es a 26-28°C, salinidad de 35 ppm y oxígeno en solución entre 5-7mg/lt. Los huevos fértiles eclosionan en un tiempo de unas 14 a 18 horas.

Nauplio: La primera etapa larvaria es el Nauplio; el cual se nutre del contenido del vitelo del huevo; longitud de unos 0.3 mm; hay cinco sub-etapas del Nauplio; son plantónicos y positivamente fototáxicos; nadan activamente por períodos breves. Para pasar por las cinco sub-etapas del Nauplio toma unas 36 a 48 horas.

Zoea: También denominada como protozoa; cambio radical anatómico; cuerpo elongado de 1.0 mm de largo; mejor adaptado a nadar; apéndices especializados para alimentarse y antenas; tres sub-etapas; consumen fitoplancton; nadan continuamente en la columna de agua cerca de la superficie. La etapa de Zoea dura unas 120 horas y consume algas marinas, especialmente diatomeas.

Mysis: última etapa larvaria; tres sub-etapas; larva adquiere una anatomía parecida al adulto durante tres sub-etapas; desarrollo del telson y los pleópodos; se alimenta de zooplancton; nadan continuamente no cerca de la superficie del agua, reducida fototaxia. La mysis dura entre 72 a 96 horas; su última muda es una metamorfosis a una post-larva (PL).

Post-larva: Con una anatomía de adulto; son organismos bentónicos; hábitos alimenticios de omnívoros oportunistas; migran a los esteros y agua salobre por varios meses. La duración de PL es variable (Meyer D. 2004).



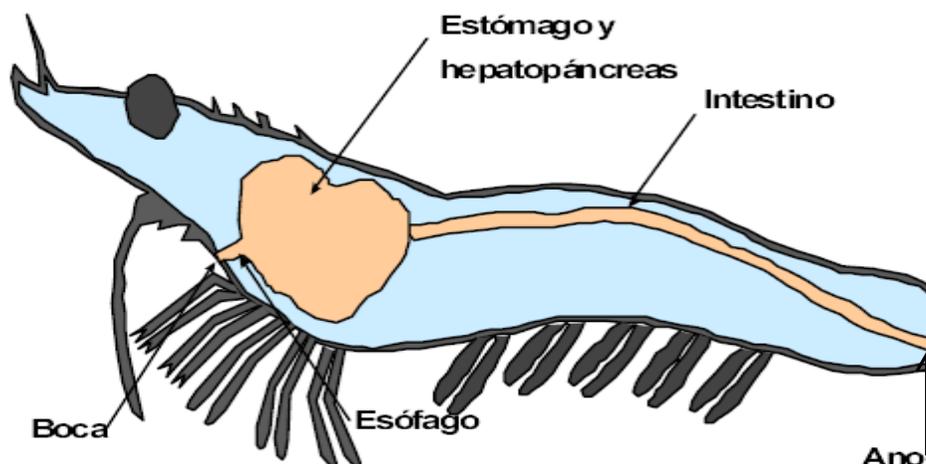
Tabla N° 1. Alimentación y comportamiento de los diferentes estadios de *Litopenaeus vannamei*

Estadio	Alimentación Principal	Comportamiento
Huevo	Flota, tendencia a depositarse en el fondo.
Nauplios	Sus propias reservas	Locomoción por antenas, planctónicas.
Protozoa	Fitoplancton	Planctónicas, natación por apéndices cefálicos.
Mysis	Zooplancton	Planctónicas, natación por apéndices del tórax.
Postlarvas	Zooplancton y posteriormente alimentación omnívora	Los primeros estadios son planctónicos, luego de hábitos bentónicos, natación por pleópodos.

(Meyer D. 2004)

3.1.4 -Sistema digestivo del camarón de *Litopenaeus vannamei*

Figura N° 2. Anatomía general del tubo digestivo del camarón:



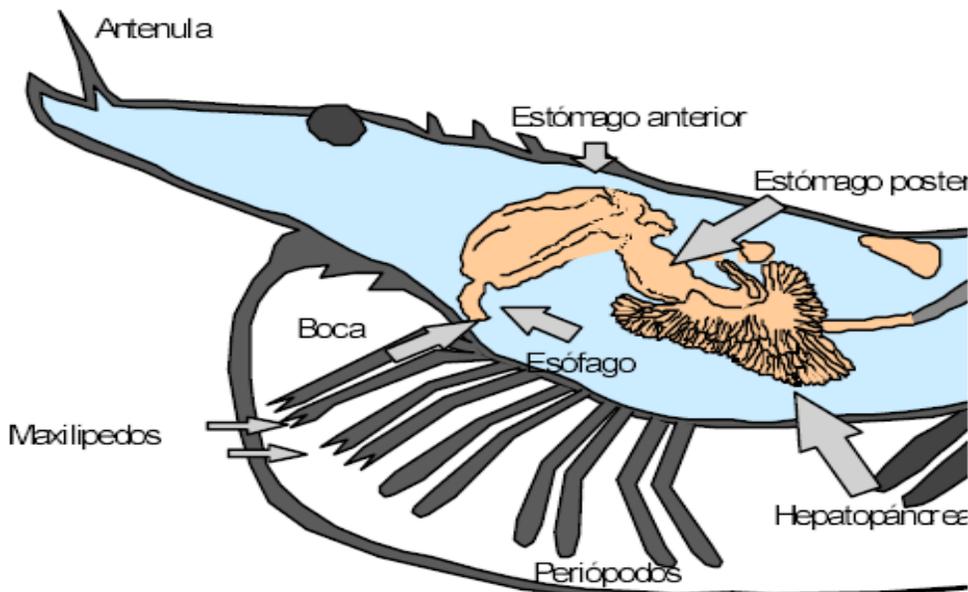
(Tomado de Ceccaldi, 1986).



El tubo digestivo de los decápodos se divide en tres partes: intestino anterior o estomodeo, intestino medio o mesenterón y el intestino posterior o proctodeo. El estomodeo y el proctodeo están cubiertos de quitina, y este recubrimiento se pierde en cada exuviación o muda.

En seguida de la boca se encuentra el esófago y luego el estómago, en el cual se pueden distinguir dos partes: cardíaca o anterior, separada por una válvula cardiopilórica de la parte pilórica o posterior. La primera sirve de receptáculo de los alimentos ingeridos y presenta una gran elasticidad, en la parte posterior se encuentran una serie de piezas calcáreas, sedas, espinas y filtros, así como repliegues y sillones por los cuales pasan los alimentos en el transcurso de sucesivas moliendas. Las partes posteriores del estómago cardíaco y pilórico están reforzadas y soportadas por un conjunto de piezas calcáreas articuladas, las placas y los oscículos, que son zonas de espeso revestimiento quitinoso de este órgano.

Figura Nº 3. Anatomía detallada del aparato digestivo del camarón:



(Tomado de Ceccaldi, 1986).

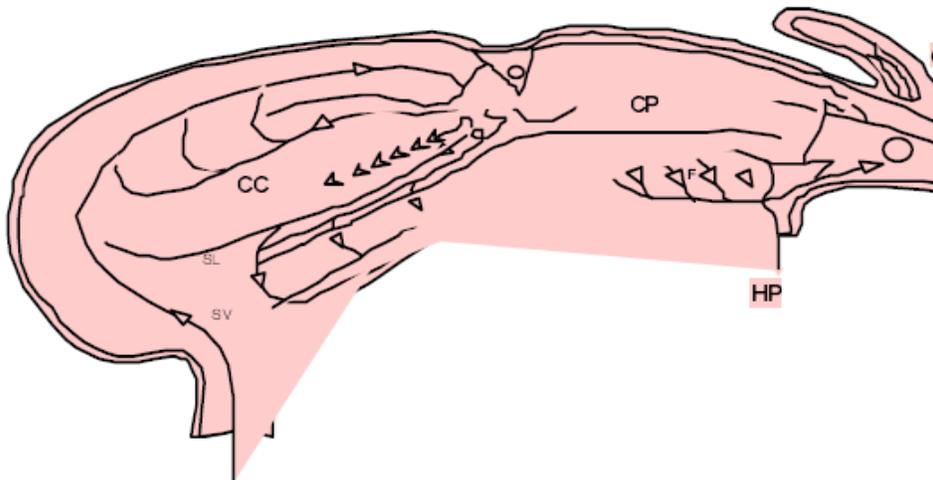


Las piezas masticadoras del estómago (molino gástrico) son manipuladas por músculos propios, exteriores a la pared del estómago, controlados por un conjunto de elementos nerviosos. Estas piezas más o menos calcificadas tienen disposiciones y formas muy diversas de unos grupos de crustáceos a otros.

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.

Figura 4. Circulación de los fluidos digestivos en el estómago de crustáceos:



(Tomado de Ceccaldi, 1986).



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.

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).

El hepatopáncreas es un órgano compacto que ocupa una gran parte de la cavidad cefálica posterior a la cavidad cardiaca del estómago. Tiene dos lóbulos separados, los cuales están compuestos por hileras de túbulos ciegos que vierten, por el extremo abierto, sus productos de secreción al estómago. Cada lóbulo está conectado ventralmente con el tubo digestivo en la unión del estómago pilórico y la parte anterior del intestino. Las paredes de los túbulos están constituidas por células de varios tipos: células de absorción y de acumulación, células secretoras, células embrionarias y células fibrilares (Figura 5).

Las células embrionarias se diferencian en los otros tipos de células. Las células secretoras o células B (del alemán blasenzellen) presentan un núcleo basal y



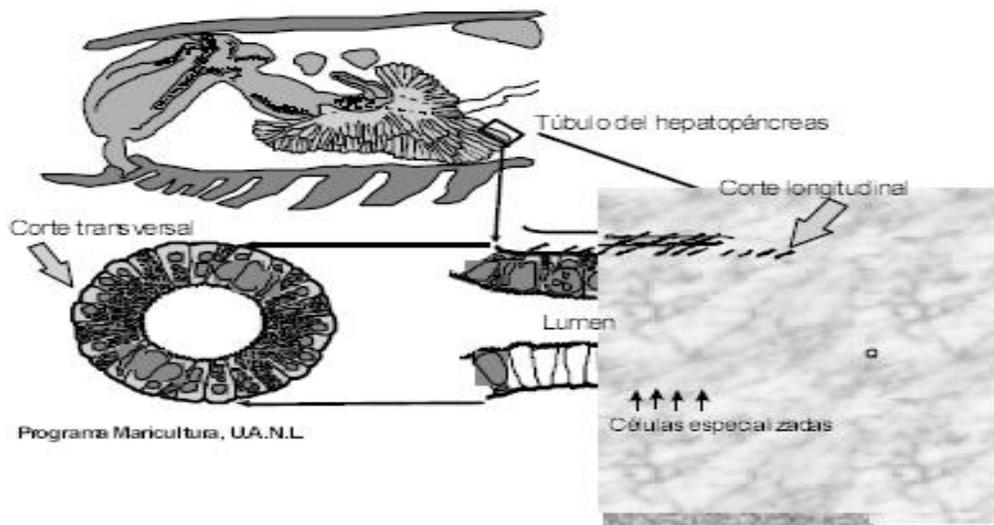
grandes vacuolas citoplásmicas llenas de un material acidófilo. Estas células de borde estriado tienen mecanismos de secreción diversa.

Las células R o de absorción, captan los nutrientes presentes en la luz de los túbulos y sintetizan glucógeno y lípidos (Loizzi, 1971).

Las células fibrilares sintetizan las enzimas digestivas y las guardan en reserva en una vacuola supranuclear. Esta última se agrandará por pinocitosis capturando nutrientes de la luz tubular hasta originar una célula B típica. El mecanismo de vertido de enzimas no es bien conocido, pero se considera que hay una digestión intracelular y otra extracelular que se lleva a cabo en el lumen de los túbulos del hepatopáncreas.

Las células B, cuando están repletas, son las más voluminosas de las células de la glándula del intestino medio. Contienen una vacuola central única que representa al menos los 4/5 del volumen celular. Se piensa que la secreción es de tipo merocrino o apocrino en condiciones fisiológicas normales pero, que en caso de estimulación interna la secreción puede ser holócrina.

Figura N° 5. Anatomía del hepatopáncreas:



(Loizzi, 1971).



3.2- Sistemas de producción

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

3.2.1-Extensiva

En este sistema de cultivo, la densidad de siembra es 1 larva/m², en un estanque con tamaño aproximado de 2 ~ 20 hectáreas. No se suministra alimentación ni se realizan recambios de agua y se sugiere fertilizar el estanque con abono orgánico. Después de 6 meses se podría cosechar.

3.2.2- Semi-intensiva

En este sistema, la densidad de siembra es de 8~10 larvas/m². No requiere de aireación, pero si es necesario realizar recambios agua de 2~3 veces por semana. Se suministra alimento de 3~4 veces al día y después de 4 meses se podrían alcanzar pesos promedios de 12~14 gramos para la cosecha. El factor de conversión alimenticia (FCR) es en relación de 2.5- 1.

3.2.3- Intensiva

En los sistemas de cultivos intensivos, generalmente los estanques son pequeños (0,1–1,0 ha) sean cuadrados o redondos, la densidad de siembra es de 30 ~ 40 larvas/m². Es necesario ubicar alrededor de 4~6 aireadores por hectárea para incrementar la concentración de oxígeno disuelto.

La alimentación se suministra 4 veces al día. Con un manejo adecuado después de 4 meses se podría alcanzar pesos promedios de 12 a 14 gramos para cosechar. Para un cultivo intensivo el FCR no debe ser mayor de 1.5 (Anónimo, 1997).

En este sistema existe un control de la calidad de agua y alimentación, factores que contribuyen al crecimiento del camarón y son ciclos de desarrollo completo desde la producción de huevos, hasta adultos de talla comercial.



El cultivo está basado principalmente en la alimentación artificial, con un alto contenido de proteína y aplicado de manera frecuente. El control de las variables ambientales durante el ciclo de cultivo es más completo y en algunas tecnologías es complejo, lo que se logra fundamentalmente por el manejo del camarón en estructuras cerradas utilizando canales (raceways) de corriente de agua con recirculación (Reid y Arnold 1992; Martínez 1993; Rosenberry 1996).

3.2.4- Super-intensiva

La densidad de siembra es de 50~100 larvas/m². Se necesitan de 8~10 aireadores por hectárea. El alimento se suministra 4 veces al día y manteniendo un adecuado manejo, a los 4 meses se podría alcanzar pesos promedio de 12 gramos para cosechar. El factor de conversión alimenticia (FCR) es en una relación de 2.8-1.

(Hsien-Tsang S. y Aguillón C. 2008).

3.3- Preparación de estanques

El principio de todo cultivo es de suma importancia, ya que la composición del fondo de los estanques, repercutirá directamente sobre la calidad del agua durante todo el ciclo y una de las medidas para mantener en estado saludable a los camarones, es proporcionarles un hábitat limpio, para evitar factores estresantes que expongan su sistema inmunológico y lo hagan susceptibles a enfermedades. Este es un factor muy importante en la crianza de camarones, realizándose con los siguientes objetivos:

- Cada productor debe presentar una bitácora con el registro continuo de los factores indispensables para el mismo tales como: temperatura, oxígeno disuelto, salinidad, pH, tablas de alimentación y biometrías.
- Eliminar organismos competidores, restos de camarón, que hayan quedado dentro del estanque y depositarlo en rellenos sanitarios.



- Evitar la reducción anaeróbica del material acumulado en el fondo del estanque.

3.3.1- Encalado

El encalado se realiza antes de la siembra, cumpliendo las siguientes funciones:

- Desinfecta los estanques
- Neutraliza la acidez y estabiliza el pH
- Aumenta la alcalinidad y dureza del agua
- Favorece el crecimiento de invertebrados y bacterias en el fondo
- Mejora la proliferación de fitoplancton
- Fuente de calcio, para la estructura de los organismos.

(Herrera C. y Martínez E. 2009).

3.3.2- Fertilización

La productividad de los ecosistemas acuáticos generalmente está limitada por las bajas concentraciones de ciertos elementos nutritivos en el agua. Como regla general, los elementos nutritivos limitantes más importantes en los sistemas acuáticos son el fósforo y el nitrógeno (N y P). (Meyer D. 2004).

La fertilización inicial de los estanques se realiza para estimular la producción de alimento natural (floración de algas en el agua), a través de nutrientes esenciales (nitrógeno, fósforo y sílice). Es muy importante que los estanques estén completamente maduros al momento de realizar la siembra. (Herrera C. y Martínez E. 2009).

3.4- Aclimatación

La aclimatación es un proceso de ajuste fisiológico gradual de las postlarvas, desde las condiciones del laboratorio a las de la pila, donde serán sembradas. Las variables más importantes de aclimatación son salinidad y temperatura, no obstante algunas veces deben considerarse otras variables de calidad de agua. El



evitar el estrés y los rápidos cambios ambientales son claves para una aclimatación exitosa y mejoramiento en la sobrevivencia.

El proceso de aclimatación es uno de los pasos más delicados en el cual debe tenerse sumo cuidado, ya que podría perderse gran parte o la totalidad de postlarvas con un manejo inadecuado, en caso contrario, un buen manejo garantizará una buena calidad de organismos para la siembra.

El objetivo de la aclimatación es igualar la calidad del agua de transporte con el agua de la pila, es necesario determinar la temperatura en grados centígrados, la salinidad, el pH, tanto del agua de transporte como del sitio donde se va a sembrar.(Herrera C. y Martínez E. 2009).

3.5-Siembra

Los estanques de cultivo deben ser cuidadosamente inspeccionados antes de sembrarlos. Estos deben contar con un buen afloramiento de algas y estar libres de peces, jaibas, cangrejos u otros organismos que suelen buscar refugio y alimento dentro o a las orillas de los estanques.

Se recomienda liberar las postlarvas en los estanques tan pronto como sea posible. Idealmente la siembra se debe realizar durante la parte más fresca del día (6-8am) o durante las horas de la noche.

Cada tanque de transporte debería tener una densidad final máxima de 800 postlarvas por litro, y deben ser oxigenados continuamente. Las postlarvas deben ser liberadas a intervalos de 50 metros desde los tanques de transporte al estanque con la ayuda de una manguera parcialmente sumergida.

También se debe tener el cuidado de liberar las postlarvas del lado del estanque que está a favor del viento pues así el viento y las olas ayudan a dispersarlas después de la siembra.



Para monitorear la sobrevivencia post-siembra se pueden usar jaulas forradas con tela de filtro. Se usan dos por estanque y se las coloca cerca del borde a una profundidad mínima de 50 cm. Se siembran 100 postlarvas en cada jaula y 48 horas después se las retira y se calcula el porcentaje de sobrevivencia. Promedios de sobrevivencia de 85% son considerados aceptables. Si se obtienen promedios menores se debe realizar siembras adicionales hastacompletar la densidad de siembra planeada.

3.6- Calidad de agua

En los sistemas acuícolas, los cambios en las características del agua que mejoran la producción de un cultivo deben considerarse como mejoramientos en la calidad del agua; mientras que, aquellos cambios que reducen la producción, son consecuencia de una degradación de dicha calidad.

Esta calidad, estará fuertemente influenciada por las prácticas del manejo realizado en los estanques; donde se incluye, por ejemplo, la densidad de siembra, las estrategias adoptadas para su fertilización, la alimentación suplementaria ofrecida, la toma de datos sobre las variables físicas y químicas, etc. O sea, que los cultivos pueden manipularse, así como las variables ambientales y químicas, en función de la producción a obtener; impidiendo su limitación por medio de procesos físicos o químicos como la aireación, el encalado o el recambio de agua. Es decir, que la manipulación en el manejo, es la mejor herramienta, para una buena calidad de agua.(Egna H. y Boyd C. 1997).

La calidad del agua incluye todas las variables físicas, químicas (oxígeno disuelto, temperatura, salinidad y pH) y biológicas (crecimiento, sobrevivencia, alimentación proteica, factor de conversión de alimento y rendimiento productivo) que influyen en la producción de especies acuáticas. Las prácticas de manejo de cultivos de peces y camarones tienen como objetivo mantener las condiciones químicas y biológicas (concentraciones de nutrimentos en el agua, una floración de algas, la densidad de siembra, etc.) adecuadas en el medio. (Meyer D. 2004).



3.6.1- Factores físico-químicos

El buen crecimiento de los organismos acuáticos depende en gran parte en la calidad del agua del cultivo. Múltiples factores pueden interactuar (o raramente, actuar solos) para alterar las propiedades físico-químicas del agua. Un cambio repentino de la temperatura o de la concentración de oxígeno disuelto en el agua (por ejemplo, durante el transporte de post-larvas de camarón) puede resultar en una mortalidad masiva de los animales. Cambios menos drásticos pueden afectar la capacidad de los organismos de resistir los patógenos que siempre están presentes en el agua del cultivo. Problemas crónicos con condiciones sub-óptimas resultarán en un ritmo lento de crecimiento y una mayor tasa de mortalidad, de los camarones cultivados.

Para lograr una buena producción, es necesario mantener las condiciones ambientales del agua, dentro de los límites de tolerancia, para la especie siendo cultivada. Se logrará una producción máxima cuando todos los factores que influyen sobre el desarrollo del organismo se acercan a su punto óptimo.

(Meyer D. 2004)

3.6.1.1.- Oxígeno disuelto (OD):

El oxígeno es un elemento clave de la química orgánica, al formar parte del agua (H_2O), de los óxidos, de los seres vivos y de casi todos los ácidos y sustancias orgánicas. Se trata de un gas incoloro, inodoro e insípido, que es muy reactivo y que resulta esencial para la respiración, (pág. web 73).

Los camarones respiran el oxígeno molecular (O_2) disuelto en el agua. La concentración de oxígeno en solución en el agua de un estanque puede ser considerada como el parámetro variable más importante en la camaronicultura. De muchas maneras, el nivel de oxígeno en solución es el mejor indicador del estado general del cultivo acuícola. Es importante saber la cantidad de oxígeno en



solución en el agua del cultivo y entender los múltiples factores y sus interacciones que determinan e influyen en esta concentración, (Meyer D. 2004).

En la cría de camarones se trata de mantener la concentración de oxígeno disuelto superior a 3 ppm, debajo de 3 ppm el metabolismo del camarón baja, con consecuencias negativas sobre su supervivencia y crecimiento. Anónimo (1988) Consultoría en cultivo de camarón.

Tabla Nº 2. Fluctuaciones de oxígeno:

Consultoría en cultivo de camarón., Anónimo (1988).

1. Oxígeno muy bajo: a cualquier hora de día o de noche	Aumentar la renovación enseguida con más entradas y salidas
< 3 ppm	a. No alimentar
	b. No fertilizar
2. Oxígeno tarde bajo:	
3 ppm < (O ₂) < de 6 ppm	a. No hay suficientes algas prever una fertilización.
	b. Hubo mortalidad importante de algas, cuya degradación al fondo va a consumir oxígeno. Hacer un cambio fuerte de agua para la noche y el día siguiente
3. Oxígeno tarde alto:	
> 12 ppm	a. Aumentar la renovación porque hay demasiadas algas que van a consumir todo el oxígeno por la noche.



3.6.1.2- Temperatura

La temperatura es la magnitud que mide el nivel térmico o calor que un cuerpo posee. Toda sustancia en determinada agregación(sólido, líquido o gas), está constituida por moléculas que se encuentran en continuo movimiento. La suma de las energías de todas las moléculas del cuerpo se conoce como energía térmica y la temperatura es la medida de esa energía promedio. (pág. web 74)

Es importante evitar temperaturas del agua por debajo de 23°C y por encima de 34°C ya que se reduce la tasa de alimentación y de crecimiento (Davis et al., 2004; Collins et al., 2005).

En días muy calientes el agua superficial de los estanques, puede alcanzar temperaturas encima de 35°C. Normalmente las aguas más profundas del estanque no se calientan tanto, una temperatura de 35°C está por encima del límite de tolerancia. Los camarones no resisten cambios bruscos en la temperatura del agua, este hecho tiene especial importancia, durante el transporte o traslado de los animales, al pasarlos de un recipiente a otro, una diferencia de tan sólo 5°C puede causar una tensión fisiológica o estrés entre los organismos o resultar una mortalidad parcial o masiva entre ellos. (Meyer D. 2004)

3.6.1.3- Salinidad

La salinidad es la concentración total de los iones disueltos. La salinidad depende básicamente de siete iones, cuyo valor promedio de concentración en el agua de mar es: Sodio, 10,500 mg/L; Magnesio, 1,450 mg/L; Calcio, 400 mg/L; Potasio, 370 mg/L; Cloruro, 19,000 mg/L; Sulfato, 2,700 mg/L; Bicarbonato, 142 mg/L. La salinidad promedio del agua de mar es 34.5 partes por mil (ppm). La salinidad del Agua de mar es de 35 mg/L sin embargo, la salinidad encontrada en los estanques de cría puede variar mucho, sea subir con la evaporación o bajar con la lluvia.

Litopenaeus Vannamei puede ser cultivado exitosamente en estanques costeros con salinidades entre 1 y 40 ppm, se produce mejor con una salinidad superior a 5



y la mayoría de los granjeros la prefiere de 20 y 25 ppm. (Boyd, C.E. and C.S. Tucker, 1992).

Las sales disueltas en el agua ejercen una presión osmótica sobre los organismos vivos, una presión osmótica elevada puede provocar fenómenos de difusión a través de las paredes celulares a nivel de las branquias, lo que puede ocasionar la muerte de esas células. Un aumento en la salinidad disminuye la tasa de consumo de oxígeno en muchos organismos. (Herrera C. 2009).

3.6.2- Aireación artificial

Para incrementar artificialmente la concentración de oxígeno en solución en unidades de producción acuícola, hay varios principios y fundamentos a entender. La aireación artificial tiene el propósito de promover la difusión de oxígeno del aire al agua del cultivo. Hay dos maneras de realizar eso, se puede forzar el aire a través del agua, o tirar el agua al aire.

El forzar el aire a través del agua, lo que se quiere hacer es mover un gran volumen de aire a través de un sistema de distribución que termina en pequeños orificios por debajo de la superficie de agua.

El volumen de aire que sale de los orificios sumergidos depende en la fuerza del soplador (blower), el diámetro de los tubos de distribución y de los mismos orificios de salida (piedras difusoras) y la profundidad en el agua donde emerge el aire en las burbujas. Los tubos de distribución y los orificios de menor diámetro, producen una mayor resistencia en el sistema, y menos aire será impulsado al agua. (Meyer D. 2004)



3.7-Proceso de alimentación de postlarvas y engorde de *Litopenaeus vannamei*:

3.7.1- Alimento artificial

Un alimento balanceado para Acuicultura está diseñado, balanceado y producido para satisfacer los requerimientos nutricionales de la especie en particular. Para lograrlo es necesario considerar los aportes nutricionales del medio; sea porque estén presentes en el medio, caso típico de varios minerales y de la productividad natural del medio en el que se desarrolla la especie, por lo que se podrán producir desde alimentos suplementarios a alimentos completos. Un alimento suplementario es el que aporta los nutrientes que le faltan a la productividad natural para satisfacer el requerimiento de la especie; el requerimiento estará en relación directa con el nivel de producción en un volumen dado; por lo que existirán alimentos suplementarios que permitirán estrategias de producción de 500 a 600 Kg./Ha. campaña, a mucho más de 2,500 Kg.

En forma genérica los alimentos para acuicultura del camarón deben tener estabilidad en el agua superior a 2.5 horas, atractabilidad, palatibilidad, 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.

Tan importante como la producción de un alimento balanceado es tanto o más importante que el productor de camarones haga un buen uso del alimento al entregar el alimento al estanque y al camarón, en la cantidad correcta, para satisfacer el consumo real del camarón. Las figuras de una óptima Conversión Alimenticia, indican que son cercanas a 1:1, cuando muchas de las variables que intervienen en el sistema de producción están en control, entre las cuales la entrega del alimento es vital. (Anónimo 1997). Alimento Balanceado para acuicultura de camarones.



El alimento comercial representa aproximadamente el 60 % de los costos de producción. Actualmente los productores han venido buscando alternativas que disminuyan estos costos y puedan contribuir en los requerimientos nutritivos, ya que ha sido ampliamente reportada la importancia que el alimento natural puede tener en la nutrición de los organismos cultivados.

3.7.2- Alimento natural

Desde investigaciones realizadas más de 20 años atrás (Rubright et al, 1981; Yufera et al. 1984; Leber et al, 1988; Anderson et al, 1987; Castille and Lawrence, 1989), hasta otras mucho más recientes (Chiu and Chien, 1992; Jory, 1995, 2000; Barraza Guardado, 1996; Peña Mesina, 1999; Martínez-Córdova et al. 1997, 1998, 2000, 2002, 2003, Tacon 2000, 2001), se ha demostrado el importante rol que diversos elementos de las comunidades bióticas juegan en la nutrición del camarón en cultivo. Esta contribución puede llegar a ser de hasta un 70% de los requerimientos del organismo, dependiendo de diversos factores como lo son: el estadio de desarrollo, la intensificación del sistema de cultivo, las condiciones ambientales, la calidad del agua y sedimento y el tipo de comunidades predominantes.

3.7.2.1.- Flóculo

Los sistemas de biofloc, también conocidos como “flóculos”, definido como el co-cultivo de bacterias heterotróficas y algas del género diatomeas. (Kuala N. 2009) La producción de camarones sin recambio de agua con la utilización de biofloc, ha aumentado un gran grupo de interés recientemente.

La presencia de biofloc en el cultivo de camarones, no solamente es mantener una buena calidad de agua, sino también proporcionar grandes y esenciales calidades de nutrientes para el camarón. Este alimento adicional hace posible obtener un rápido crecimiento y bajo Factor de Conversión Alimenticia (FCA). Evitando



recambio de agua, además aumentando la bioseguridad, el agua con frecuencia se vuelve la fuente de patógenos.

La harina de pescado favorece un valioso y caro ingrediente y su utilización debería ser minimizada lo más posible. El futuro de la camaronicultura dependerá de la posibilidad de producir alimento marino con una limitada disposición de esta materia prima.

La intensiva aireación en las fases del camarón es asimilada por las bacterias, estas bacterias forman colonias. Además el resto o desechos de productos (fibras, etc.) y microorganismos son parte de este biofloc. Estas bacterias toman contaminantes del agua (amonio) y lo convierte luego en proteínas. El camarón consume este biofloc activa y pasivamente por alimento filtrado.

La tecnología de los bioflocs permite a los acuicultores mejorar sus estándares ambientales y la conversión de alimentos. (Muylder E. et al).

Es efectivo mantener suspendido en la columna de agua el flóculo, para evitar sedimentación, así mismo mantener bien oxigenada la columna de agua. La biomasa de flóculo en cultivos de camarones debe ser en un rango aproximado de 10 a 30 Ton/Ha.(Avnimelech, Y. 2009).

3.7.2.1.1- Diatomeas

Una característica interesante de las diatomeas bentónicas es que tienen la capacidad de colonizar toda la superficie del reservorio donde habite, en las que forman biopelículas o pequeños grumos que pueden mantenerse adheridos al sustrato o en colonias de células suspendidas en el agua, brindando así partículas de diferentes tamaños, asequibles para la alimentación de los estadios postlarvales de camarón. Además, según Griffith et al. (1992), el valor nutricional más importante de estas diatomeas es el alto contenido de lípidos que poseen.



3.7.2.1.2- Bacterias Heterotróficas

Son organismos que no pueden sintetizar sustancias orgánicas a partir de sustancias inorgánicas sencillas, sino que deben obtenerlas de otros organismos. (Guerra E. y Villavicencio S. 2007.)

Las bacterias heterotróficas exhiben tres funciones en un ecosistema acuático (Hoppe, 1976):

1. Son consumidores de materia orgánica disuelta (DOM) en el medio ambiente, resultando en una autopurificación de compuestos fotosintéticos y alóctonos;
2. Contribuyen en el reciclaje de substratos inorgánicos para los productos primarios;
3. Son productores también, en el sentido que son capaces de convertir sustancias orgánicas disueltas en materia particular, y de esta manera ponerla a disposición de los primeros eslabones de la cadena alimentaria.

3.7.2.1.2- Insumo aplicable para la elaboración del flóculo (algas y bacterias).

Melaza (fuente de carbono): Es un jarabe oscuro, viscoso que proviene de la separación de la azúcar cruda en el proceso de elaboración de la azúcar refinada. Está constituido por carbohidratos del tipo polisacáridos y monosacáridos; la melaza, contiene como materia seca cerca del 94-100% y como proteína puede contener del 4-10.3%. Los azúcares que constituyen la melaza incluyen: sacarosa, glucosa, levulosa, maltosa, lactosa y azúcares reductoras.

Con la aplicación de éste producto podría obtenerse menor incidencia de enfermedades ocasionadas por bacterias del género *Vibrio* spp., mayor floración de diatomeas, mejor crecimiento y supervivencia del camarón. Inclusive puede ser



posible reducir el volumen y horas de bombeo al inducir un mejor equilibrio de las condiciones químicas del agua del estanque.

El carbono orgánico aportado por la melaza es requerido por las bacterias y algas, en la constitución de sus membranas y organelos y como fuente de energía principalmente en el proceso de fotosíntesis. A su vez las bacterias y algas, constituyen el eslabón inicial de la cadena trófica de alimento natural en un estanque, habitando como plancton tanto en la columna de agua y constituyendo el bentos en el suelo del estanque.

El carbono constituye el dióxido de carbono, que al reaccionar con el agua produce ácido carbónico; y este a la vez reacciona con los minerales disueltos para formar bicarbonatos y carbonatos. Durante la fotosíntesis, las algas absorben los componentes de carbono del agua del estanque, siendo las fuentes: (a) el aire (dióxido de carbono); (b) dióxido de carbono producido por la respiración; c) dióxido de carbono producido por la descomposición aeróbica; y (d) carbonatos y bicarbonatos disueltos.

Las dosis de melaza utilizados en estanques de camarón en Panamá, para la preparación de estanques y mantenimiento de la floración algal en la columna de agua, oscilan entre 12-17galones/Ha/semana. (Anónimo, 1998).

Urea: Los principales nutrientes que influyen el crecimiento del fitoplancton, son: nitrógeno, fósforo y sílice. Generalmente, el tipo de fertilizante a usar es decidido por la disponibilidad y precio. La urea es el tipo de fertilizante más común, es económico y estimula buen crecimiento de fitoplancton. Se recomienda el uso de urea como la principal fuente de nitrógeno, a no ser que haya disponible otro fertilizante nitrogenado más económico. Aunque la urea debe ser transformada hacia amonio antes de ser asimilada por las algas, a las pequeñas dosis utilizadas, el riesgo de deterioro de la calidad de agua es bajo. A muchos preocupa la toxicidad del amonio, pero los fertilizantes basados en nitratos (e.g. nitrato de sodio, nitrato de amonio) evitan este problema, además de promover el crecimiento de plancton. Sin embargo, estos usualmente son más caros que la



urea y no siempre están disponibles. Tanto la urea como los fertilizantes basados en nitratos, generalmente tienen solubilidades altas.

Dosis Inicial (28 Kg./Ha.) y para dosis de mantenimiento (0.4Kg./Ha.)

(Cook, C.I. and H.C. Clifford. 1998).

Ferti-lake (Nitrato Sódico Potásico): es un fertilizante acuícola 100 % soluble a base de nitrógeno nítrico. No contiene nitrógeno amoniacal como la mayoría de los fertilizantes para uso agrícola. Por sus características químicas incide positivamente en los siguientes aspectos: promueve el fitoplancton y zooplancton; funciona como regulador de materia orgánica; aporta de forma inmediata oxígeno en el medio lo que produce una mayor estabilidad en el cultivo. (Anónimo, 2013).

En la práctica se emplea la fertilización con ferti-lake a razón de 25kg/Ha. (Martínez E, 2011).

3.7.2.2- Sustrato Artificial

Un sustrato es todo material sólido, distinto del suelo, mineral u orgánico, que, colocado en un medio acuático, permite el anclaje de organismos como, fitoplancton, zooplancton y bacterias. Al mismo tiempo que genera un continuo alimento orgánico usando un proceso biológico natural, provee una estructura acuática, que soporta mayores densidades de cultivo y reduce la depredación.

Actualmente existen ya sustratos artificiales fabricados específicamente para incentivar la producción de comunidades bentónicas en el cultivo de varias especies incluyendo desde luego el camarón. Comercialmente se les conoce como Aquamats (es un nuevo e innovativo producto para la acuicultura, fabricado con substratos sintéticos altamente especializados para producir suplementos alimenticios orgánicos, principalmente fitoplancton, zooplancton y fragmentos bacteriales), (Martínez Córdova, et al. 2004)

Durante los últimos meses de 1997 se utilizaron sustratos artificiales de AquaMats en el cultivo de *Litopenaeus vannamei* con el fin de evaluar los beneficios del



producto, tanto en larvicultura como en engorde. Los puntos evaluados incluyeron sobrevivencia, densidad de cultivo y tasas de alimentación. En la etapa de larvicultura se utilizaron tanques circulares de 5 metros cúbicos donde se evaluó densidad de siembra, supervivencia y capacidad de carga de los AquaMats desde el estadio de nauplio hasta mysis. Para la fase de engorde intensivo se utilizaron lagunas de 500 metros cuadrados donde se evaluó capacidad de carga y productividad de biomasa sin alimentación artificial o suplementaria.

Se observó que en los tanques con AquaMats, los camarones se distribuyeron homogéneamente en toda la columna de agua y no desarrollaron comportamiento de agrupamiento.

3.7.2.2.1- Importancia del Fitoplancton, para la producción de Sustrato artificial.

Se llama fitoplancton al conjunto de los organismos acuáticos autótrofos del plancton, que tienen capacidad fotosintética y que viven dispersos en el agua. El fitoplancton se encuentra en la base de la cadena alimentaria de los ecosistemas acuáticos, realizando la parte principal de la productividad primaria.

El fitoplancton es, probablemente, el mayor instrumento que influencia las características de la calidad del agua en los estanques. La fotosíntesis, produce últimamente oxígeno, que resulta ser crítico para la vida de los animales que viven en el estanque. Pero, durante la noche, el fitoplancton (constituido por las algas) también respira y ejerce una gran influencia sobre los niveles mínimos de oxígeno del sistema. A veces, las algas que lo constituyen se multiplican desmesuradamente y desarrollan los llamados “florecimientos”, muriendo luego y descomponiéndose; produciendo entonces, bajos niveles de oxígeno que a su vez, producen la muerte de los peces y que, en algunos casos, pueden dejar en el agua potenciales toxinas. (Egna H. y Boyd C. 1997).

3.7.2.2.2- Clasificación de los grupos más representativos de algas para la elaboración de sustrato artificial.



Diatomeas

Las diatomeas corresponden a la clase Bacillariophyceae (diatomeales o bacillariales) de la división Crysophyta, dividida en 2 órdenes: Centricae y Pennatae. Las formas planctónicas son principalmente centrales y las bénticas son generalmente pennales. Las Centricae son todas marinas. Entre las Pennatae se encuentran la mayor parte de las diatomeas de agua dulce. (PlantBiology. Norstog and Long. 1976). Casi todas las especies marinas son formas bénticas que se presentan accidentalmente en el plancton, ya que muchas de estas especies de diatomeas viven sobre sustratos o fondos, se desprenden y van a la superficie en medio de la corrientes.

Las diatomeas en general tienen un citoplasma provisto de núcleo, vacuolas, cloroplastos y a menudo pirenoideos. Los cromatóforos varían en número y en forma, se presentan de color amarillo pardo y, a veces, en tono verdoso, características todas que están supeditadas a factores del medio externo como la intensidad de luz solar, clase y cantidad de nutrientes y minerales. Los pigmentos principales encerrados en los cromatóforos son las clorofilas, xantofilas y los carotenoides. La pared celular de las diatomeas es celulósica e impregnada con silicio. Muchas diatomeas son mótils y también se desplazan con el movimiento de las corrientes marinas, vertical y horizontalmente.

Cianófitas

Las algas azul-verdosas han sido consideradas responsables de la temprana acumulación de oxígeno en la atmósfera terrestre. Ellas están presentes en aguas de variado rango de salinidad y temperatura, en suelos húmedos y rocas.

También presentan los pigmentos accesorios en forma de pequeñas partículas llamadas ficobilisomas, distribuidas en el protoplasma celular, entre las que se mencionan c - ficocianina, c - aloficocianina y c – ficoeritrina. Los dos primeros ficobilisomas son azules y el restante es rojo, todos ellos compuestos por



proteínas con grupos cromofóricos. Estos pigmentos accesorios al parecer transfieren energía lumínica que es absorbida por la clorofila-a.

La pared celular de estas algas está rodeada por una envoltura o capa viscosa mucilaginosa compuesta por ácidos pectínicos y mucopolisacáridos. Las cianofitas filamentosas en un gran número no están encerradas en cápsulas rígidas. Estas algas practican un movimiento de deslizamiento (gliding movement) que también ocurre en algunas bacterias filamentosas. Se han encontrado microfibrillas en la pared celular que posiblemente están ligadas a la motilidad de las algas.

Clorófitas

La estructura básica de las algas verdes es semejante al de las plantas superiores, por lo que se cree que éstas evolucionaron a partir de las primeras. Sus cloroplastos contienen abundante clorofila-a, propio de las células eucarióticas fotosintéticas y clorofila-b que también está presente en plantas superiores. También poseen xantófilas (pigmento amarillo) y carotenoides (pigmentos anaranjados) que son accesorios. Las algas verdes poseen pirenoides que funcionan como depósitos de almidón y yacen dentro de los cloroplastos. Las manchas oculares se las encuentran en las algas verdes mótils y las conforman gránulos compactados de carotenoides. Posiblemente estas manchas tienen respuesta positiva a la luz. Su motilidad se debe a la presencia de flagelos que están en número de 2 - 4 y de igual tamaño.

Las algas verdes presentan tres grandes grupos en base a su organización celular:

- Células mótils individuales o colonias.
- Colonias compuestas de células no mótils.
- Algas de organización multinucleada tubular.

(Anónimo, 1994)

Dinoflagelados



Es un extenso grupo de protistas flagelados. La mayoría de las especies son unicelulares y forman parte del plancton marino, si bien las hay de agua dulce y coloniales. Sus poblaciones se distribuyen en función de la temperatura, salinidad y profundidad. Alrededor de la mitad de los dinoflagelados son fotosintéticos y constituyen el grupo más grande de algas eucariontes aparte de las diatomeas. Puesto que son productores primarios, constituyen una parte importante de la cadena alimenticia acuática. Ciertas especies fotosintéticas, las zooxantelas, son endosimbiontes de animales (corales, anémonas y almejas) y protozoos marinos desempeñando un papel importante en la biología de los arrecifes coralinos. Otros dinoflagelados son depredadores de otros protozoos y algunas formas son parásitas.

Tabla Nº 3. Densidades óptimas del fitoplancton en estanques de camarón:

Tipo	Células/ml	
	Mínimo	Máximo
Diatomeas	20,000	-----
Clorófitas	50,000	-----
Algas verdes-azules	10,000	40,000
Dinoflagelados	-----	500
Algas totales	80,000	300,000

(Clifford H. C., 2000).

3.7.2.2.3- Crecimiento de una Población Algal

Fases del crecimiento.- En un cultivo de algas del tipo batch (ciclo), el crecimiento se presenta con cinco fases o etapas de desarrollo a continuación:

Fase de ajuste.- Es la etapa de adaptación que sufren las algas a las nuevas condiciones del cultivo. Esta fase es corta y no hay incremento neto de la población.



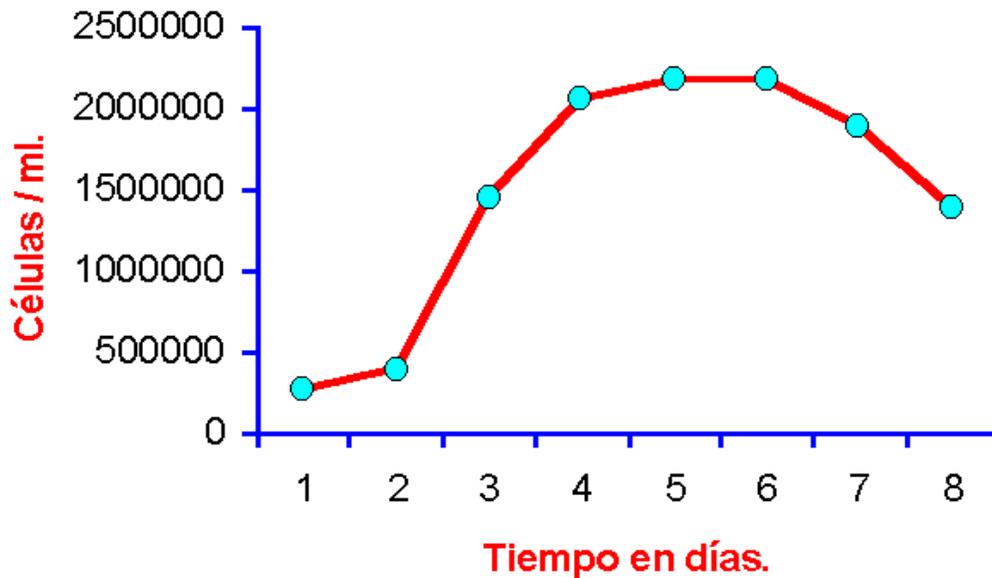
Fase exponencial.- Aquí las células se duplican sucesivamente en intervalos iguales de tiempo.

Fase de retardo o declinación.- En esta etapa el tiempo requerido para duplicar la población aumenta, reduciéndose la tasa de crecimiento. Esto se debe a que los nutrientes están disminuidos en el medio, hay un aumento en la concentración de los metabolitos y una reducción de la actividad fotosintética por el incremento de la densidad de la población, que reduce la disponibilidad de luz por unidad de célula.

Fase estacionaria.- Esta fase es corta y no hay un incremento neto de la población.

Fase de muerte.- Aquí la tasa de mortalidad supera a la tasa de multiplicación celular.

Gráfica Nº 1. Fases del desarrollo de un cultivo de microalgas, crecimiento parabólico del alga como alimento:



(Butch, 1959).

3.7.2.2.4- Zooplancton

Esta comunidad está conformada por una extensa variedad de organismos, que incluyen estadios larvales, juveniles y adultos de prácticamente todos los grupos zoológicos acuáticos, que viven suspendidos en la columna de agua y son transportados pasivamente por los movimientos de la misma (Suárez-Morales, 1998). Los principales organismos del zooplancton utilizados como alimento por el camarón azul y camarón blanco son: nauplios de copépodos, copépodos adultos, larvas de poliquetos, larvas de insectos chironomidos (gusanos de fuego) y rotíferos (Martínez-Córdova et al. 1998, Martínez-Córdova 2000, Martínez-Córdova, 2003; Peña Mesina, 1999, Barraza Guardado, 1996, Zatarain, 2000).

Altas abundancias de zooplancton difícilmente se pueden mantener durante todo el cultivo solamente con la fertilización y promoción de fitoplancton. Actualmente se han implementado algunas prácticas para promover y mantener el zooplancton en abundancias altas. Un promotor de zooplancton consiste básicamente de un sustrato enriquecido con fuentes de carbohidratos, lípidos y vitaminas en donde se desarrolla en principio una comunidad microbiana (levaduras, bacterias), que son base del alimento de una comunidad de protozoarios, de los cuales a su vez se



alimentan organismos zooplanctónicos como rotíferos, copépodos, larvas de poliquetos, larvas de moluscos entre otros, que a su vez pueden servir como alimento del camarón.

El valor nutricional de algunos de estos organismos es realmente muy adecuado, ya que contienen altas cantidades de proteína, así como lípidos que incluyen ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) o altamente insaturados (HUFA), los cuales juegan un papel importante en diversas funciones metabólicas de los organismos en cultivo.

3.7.2.2.5- Bacterias que están presentes en el sustrato artificial

Las bacterias son microorganismos unicelulares que presentan un tamaño de algunos micrómetros de largo (entre 0,5 y 5 μm , por lo general) y diversas formas incluyendo esferas (cocos), barras (bacilos) y hélices (espirilos). Las bacterias son procariotas y, por lo tanto, a diferencia de las células eucariotas (de animales, plantas, etc.), no tienen el núcleo definido y presentan orgánulos internos de locomoción. Generalmente poseen una pared celular compuesta de peptidoglicano.

3.8- Buenas prácticas de manejo del alimento para Camarón

Una mala administración de las raciones de alimento de camarón daña el ambiente y ocasiona pérdidas económicas a la empresa. El mal manejo del alimento afecta el crecimiento y la sobrevivencia de los camarones en cultivo a la vez que incrementa los costos de producción. Además, proveer más alimento del necesario daña la calidad del suelo del fondo del estanque. De igual modo, los nutrientes en el alimento artificial que no son aprovechados directamente por los camarones entran a la columna de agua a fertilizar el estanque convirtiendo el alimento en un fertilizante caro. En relación al almacenamiento, manipulación, y manejo general del alimento, el personal técnico a cargo de la operación de la granja debe considerar las siguientes recomendaciones:



- **El alimento para camarón debe almacenarse en un sitio fresco, seco y lejos del alcance de roedores y otras plagas.**

Para proteger el alimento de las plagas y evitar que se descomponga, este debe ser almacenado en un lugar seco y con buena ventilación. Los objetivos del diseño de la bodega de alimento para camarón son evitar la humedad y facilitar la remoción del calor. El piso del almacén debe estar revestido de concreto y permitir un fácil lavado y limpieza. Debe ser lo suficientemente alto para garantizar un almacenamiento y circulación de aire adecuado y así evitar el calor excesivo.

- **El personal de la granja debe estar preparado a la espera del arribo del contenedor de alimento para evitar la exposición de los sacos de alimento al sol o la lluvia.**

Las siguientes recomendaciones deben tenerse presente en relación al almacenamiento y manipulación del alimento de camarón:

- Se debe tener cuidado en la manipulación de los sacos para evitar la desintegración de los pelets.
- Se debe llevar un inventario ordenado del alimento que asegure el uso de los sacos antiguos antes que los nuevos.
- Los sacos de alimento que ingresan deben ser almacenados sobre polines. Las estibas deben de estar separadas unas de otras por al menos 15-20 cm. para permitir una adecuada ventilación.

- **Debe usarse solo alimento peletizado de alta calidad y con un mínimo de partículas finas.**

Los pelets de alimento deben mantener sus forma y consistencia (hidroestabilidad) por al menos un par de horas a partir del momento en que entran en contacto con el agua del estanque. El alimento peletizado que se desintegra rápidamente no es consumido por el camarón además que contamina el suelo y conduce al deterioro de la calidad de agua.



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

- Todo alimento contaminado con hongos debe ser retornado de inmediato a la fábrica de donde proviene. No use alimento enmohecido para alimentar a los camarones. No es recomendable alimentar a los camarones con alimento que tenga más de tres meses de haber sido elaborado.

- **El bajar el contenido de proteína en el alimento para camarón podría mucho beneficio.**

Los alimentos con alto contenido de proteínas representan un costo más alto para la producción de camarón. En el caso de *L. vannamei* cultivado bajo el sistema semi-intensivo, se ha determinado que el contenido de proteína puede reducirse a 20% sin dañar el rendimiento productivo.

- **No se debe usar carne fresca de pescado para alimentar a los camarones**

El uso de carne de pescado como alimento para camarón causa más problemas de calidad de agua que los causados por los alimentos peletizados y podría transmitir enfermedades.

- **Los requerimientos de alimento deben ser calculados en base a estimaciones regulares de población, biomasa y con la ayuda de tablas de alimentación**

Se deben hacer ajustes semanales en cada estanque de acuerdo a la tasa de crecimiento observada. La determinación de la ración diaria debe ser determinada por personal experimentado y debe ser basada en datos confiables de



sobrevivencia y peso total de todos los camarones presentes en el estanque (biomasa).

- **Es necesario averiguar si el incremento semanal de peso promedio es el esperado**

Incrementos de entre 0.85 a 1.20 gramos por semana son considerados adecuados. Si el promedio de peso semanal cae por debajo de 0.7 gramos, existe la posibilidad de que el estanque en cuestión este siendo subalimentado como resultado de una mayor sobrevivencia de la estimada o un error en la siembra.

- Si el incremento de peso promedio esta entre 1.3 y 2.0 gramos, se debe estar pendiente de una sobrealimentación resultado de una densidad de camarones más baja posiblemente debida a un error de cálculo al momento de la siembra, errores de cálculo en los muestreos de población o a mortalidades de camarones que no fueron detectadas.

- **Disperse el alimento uniformemente por toda la superficie del estanque evitando aplicaciones grandes y repetidas sobre áreas pequeñas**

Los camarones pueden encontrar el alimento de manera más fácil si el alimento se distribuye de manera uniforme por todo el estanque. Esto también evitará la acumulación de alimento sin consumir en ciertas áreas. Alimentar en áreas pequeñas del fondo del estanque en donde la biomasa del camarón es alta puede generar estrés en los camarones como resultado de la competencia por el alimento. La excepción a esta regla son las áreas en donde el nivel de agua es muy bajo. Los camarones evitan estos lugares especialmente durante el día cuando la temperatura y la iluminación son mayores.

- **Administre la ración de alimento diaria en más de una aplicación cuando las condiciones de la granja lo permitan.**

La medida anterior permite una mejor utilización del alimento por el camarón a la vez que evita el desperdicio de alimento. A pesar de que los camarones son más



activos en la búsqueda de alimento durante la noche, no es recomendable alimentar de noche a menos que se cuente con iluminación y supervisión confiable al momento de administrar el alimento. Resulta más práctico alimentar por lo menos dos veces al día. La primera alimentación debe dar inicio no antes de las 4 de la tarde y debe concluir cerca de las 6 de la tarde. La segunda ración se debe administrar bien temprano en la mañana (antes de las 8 AM), no sin antes haber tomado mediciones de oxígeno en los estanques para asegurarse de no administrar alimento bajo condiciones de oxígeno no óptimas. Si las condiciones de la granja lo permiten, es deseable distribuir la ración diaria de alimento en 2 a 4 subraciones a lo largo del día.

- **No alimente cuando las concentraciones de oxígeno sean menores a 2.5 mg/L.**

Los camarones no comen cuando las concentraciones de oxígeno en el estanque caen por debajo de 2.5 mg/L. Es un desperdicio aplicar alimento bajo estas condiciones. Espere a que las concentraciones de oxígeno disuelto suban a por lo menos 3 o 4 mg/L. Si las concentraciones de oxígeno son crónicamente bajas, las tasas de alimentación en uso son probablemente excesivas para la capacidad asimilativa del estanque. El personal que alimenta debe ser supervisado de cerca mientras administra el alimento para asegurar que el alimento sea debidamente aplicado

- **Considere el uso de bandejas de alimentación para monitorear el comportamiento alimenticio de los camarones.**

Las bandejas de alimentación son una manera simple de determinar cuánto están comiendo los camarones y así evitar la sobrealimentación ya que los camarones no comen cuando están bajo estrés como resultado de enfermedades o condiciones ambientales pobres en el estanque.



3.9-Parámetros poblacionales

3.9.1-Crecimiento

El crecimiento es el aumento del tamaño y número de células, así como de las estructuras de un organismo, lo cual conlleva a un aumento de su tamaño total. Existen dos tipos de crecimiento, el crecimiento somático y el crecimiento en masa. El crecimiento somático es el progreso del organismo en dimensiones longitudinales, como resultado de la multiplicación celular y la aposición de sustancias celulares (Güel, 1973; Barker y Scheibling, 2008). El crecimiento en masa es el aumento en volumen debido a la acumulación de reservas energéticas y formación de órganos reproductores. Tanto el crecimiento como la división celular dependen de la capacidad de los organismos acuáticos para asimilar y utilizar los nutrientes que se encuentran en su hábitat. De este modo, los nutrientes del alimento son usados por los organismos acuáticos para construir nuevas estructuras celulares y obtención de energía (anabolismo y catabolismo) (Lucas, 1996).

En los camarones al igual que en todos los crustáceos, el proceso de crecimiento se produce de forma discontinua y cíclica debido al fenómeno de la muda o ecdisis. Cada vez que el organismo está preparado para aumentar de talla y peso, el viejo exoesqueleto es liberado rápidamente y es producida una nueva capa quitinosa que tenderá a endurecerse hasta adquirir la consistencia y dureza del exoesqueleto anterior. Durante este proceso el cuerpo del camarón ha absorbido agua y la división celular se ve favorecida provocando el incremento de volumen y peso del animal (Van Wormhoudt y Bellon-Humbert, 1995). El crecimiento está determinado por factores intrínsecos y extrínsecos. Las medidas corporales para los camarones están genéticamente determinadas (Browdy, 1998) pero lograrlas depende del aporte de alimento y de la capacidad del animal para hacer un uso eficiente del mismo. En los animales sometidos a cultivo artificial influyen además factores ambientales y de manipulación.



3.9.2- Ritmo de crecimiento

Es el crecimiento en peso del organismo en un periodo de tiempo determinado. El crecimiento semanal promedio en peso de los camarones puede ser obtenido a partir de los camarones capturados en los comederos y/o extrayendo muestras mediante atarraya, una vez por semana. El ritmo de crecimiento debe ser de 1.0 gr semanalmente y cada 5 días de 0.74 a 0 80 gr.

Para encontrar el ritmo de crecimiento del camarón se realiza la siguiente fórmula:

R.C: Peso actual del camarón – Peso anterior del camarón.

(Martínez E, 2011).

3.13.3- Tasa de crecimiento

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

La tasa de crecimiento de los camarones es influenciada por factores ambientales, genéticos, biológicos y nutricionales. La temperatura del agua, es el principal factor que afecta las tasas de crecimiento estacional; y por lo tanto, afectara las ganancias semanales en peso durante los meses calurosos y fríos del año. Esta es la forma de conocer la velocidad de crecimiento de los camarones en cada semana durante el periodo de cultivo.

El camarón en su estadio de postlarva tiene una mejor tasa de crecimiento que un camarón en su estado juvenil o adulto. La tasa de crecimiento debe ser de -12 gr para el primer mes, (Martínez E: 2011, comunicación personal).

3.13.4-Sobrevivencia



La sobrevivencia se calcula por la cantidad de libras cosechadas (población actual) por 100, entre la postlarvas sembradas (población inicial)

$$S\% = \frac{\text{Población actual}}{\text{Población inicial}} \times 100 \%$$

Arriba de 85%, es una excelente sobrevivencia (Martínez E.2011).

3.13.5-Factor de conversión alimenticia FCA.

Alimento artificial

La fuente protéica en dietas para camarones es de suma importancia, debido a su calidad, y la presencia de aminoácidos esenciales, en estas raciones respondería con una mejor síntesis en sus tejidos. Se han realizado varios trabajos sobre la utilización de varias fuentes de proteína de origen animal y vegetal, encontrándose discrepancia en cuanto a la fuente protéica y su beneficio en el consumo de la misma. Según (Chen, et. al, 1985), una dieta alta en proteína animal, en forma simple, sería más efectiva por la presencia de aminoácidos esenciales para la síntesis en los tejidos, mientras que la proteína de origen vegetal puede servir, como requerimiento nutricional para mantenimiento, siempre y cuando la fuente proteica animal sea similar a la harina de camarón, (Deshimaru O. Y Shigeno K.1972).

Tradicionalmente se ha usado harina de pescado para las formulaciones de alimentos balanceados para camarones, otros autores han encontrado buenos resultados utilizando harina de soya en comparación con las harinas de pescado y harina de camarones, dando como respuesta que es superior como un promotor del crecimiento para camarones peneidos. (Venkataramiah et al 1975), postulan que la adición de materia vegetal a la alimentación ha demostrado un mejoramiento en la eficiencia de conversiones alimenticias y la sobrevivencia de camarones juveniles. Esto queda demostrado en trabajos posteriores como el de (Chen,et.al, 1985), donde sugieren que el progresivo reemplazo de proteína animal con proteína de origen vegetal se justifica en el proceso de crecimiento de juveniles de camarones.



La comparación de la cantidad de alimento abastecido y el crecimiento del camarón permite que sea calculado el 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, esta es diversa 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.

También el factor, 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 (peces, jaibas); que generalmente se presenta cuando se alimenta una sola vez al día con escaso número de comederos viéndose reflejado en el crecimiento lento del camarón.
 - c) Aporte de alimento suplementario junto con el balanceado y/o gran producción de alimento primario en el estanque.
 - d) Robo del camarón o pérdida del alimento antes de suministrarlo al estanque.
- (Anónimo, 1997).

Para poder comparar diferentes dietas utilizadas en el engorde de los animales, se calcula el Factor de Conversión Alimenticia (F.C.A), para cada cultivo. El F.C.A indica la eficiencia de utilización del alimento alcanzada por los organismos del cultivo durante el período dado de su ciclo de producción. El F.C.A es calculado así:

$$\text{F.C.A} = \frac{\text{cantidad de alimento suministrado}}{\text{Producción neta de camarones}}$$



(Meyer D. 2004)

3.13.6- Rendimiento productivo

Este se basa en el buen manejo del FCA, para que de esta manera la biomasa esperada (producida) o cosecha final de un ciclo productivo y que esta sea parecida a la proyección de cosecha inicial que hacemos antes para saber si nos va a rendir o no la producción, es decir si es rentable o no.

La biomasa se estima de la siguiente manera:

Biomasa final= Peso promedio x Número de individuos o sobrevivencia final.

(Herrera C, Martínez E 2009)

Según el Dr. Limsuwam, actualmente en Tailandia más de la mitad del cultivo de camarón marino se realiza con la especie *Litopenaeus vannamei* con producciones que van de 18 a 30 Ton/Ha/ciclo (8,181-13,636 kg/Ha/ciclo).
Limsuwam C. 2005.



IV.-Materiales y Métodos

4.1- Localización

Este experimento se realizó en el Laboratorio de Investigación Marina y Acuícola (LIMA), ubicado en Las Peñitas, Poneloya a 20 km de la ciudad de León, con un período que abarcó desde el 24 de Agosto al 9 de Octubre de 2011.

4.2-Dispositivo experimental

Antes de iniciar el experimento, se tomó en cuenta la desinfección de las pilas del cultivo, para esto, lavamos las pilas con agua dulce, cepillos y escobas, luego aplicamos cal (CaCO_3) a una cantidad de 31,25 grs/pila, esto para desinfectar neutralizar y estabilizar el pH de las pilas y proporcionar fuente de calcio a las estructuras de los organismos, por último se enjuagaron las pilas con abundante agua dulce, para evitar restos de cal a la hora de la siembra.

4.3- Preparación de estanques

El agua que se utilizó en los medios de cultivos del diseño experimental, fue extraída directamente del mar por medio de una bomba que llevó el agua hacia los reservorios, esta agua pasó por un filtro que está instalado al principio de las tuberías que se encuentran enterradas, garantizando no llevará arena u organismos no deseados. Luego del reservorio se llevó el agua a las 2 pilas de 15m² cada una, por medio de la bomba sumergible para facilitar la entrada de agua.

Se realizó una fertilización inicial a las pilas del experimento, ya que esta estimuló la productividad primaria en el agua del cultivo. Para esto se utilizó fertilizante acuícola fertilake (bolsa de 25kg), soluble que contiene nitrato, sodio y potasio, 15%N+9%K₂O, a una cantidad de 31,25 grs/pila, este se aplicó al voleo (empleado manualmente), en día soleado y se esperó un período de tres días, para la proliferación de algas en el agua de las pilas.



4.4- Aclimatación y siembra

Se utilizaron postlarvas de camarón blanco *Litopenaeus vannamei*, procedentes del laboratorio de producción y maduración, Farallon Aquaculture, S.A. ubicado en la comunidad de las Peñitas, de ahí se trasladaron las postlarvas en bolsas, hacia el Laboratorio de Investigación Marina y Acuícola (LIMA) lugar de recepción, ubicado en las peñitas. Se cultivó con un sistema intensivo de 40 ind/m²..

Fue de vital importancia tener conocimiento de la calidad de las postlarvas (observar actividad, coloración del exoesqueleto, tracto digestivo, etc), desde su procedencia hasta el lugar de recepción, una vez llegada ésta a su destino se esperó aproximadamente 20 minutos, para que estas se estabilizarán y así evitar estrés en ellas. Luego se procedió a la aclimatación, para esto se tomaron los factores físico-químicos del agua de la pila, en donde se deseaba sembrar y del agua de la bolsa en que venían las postlarvas, una vez conocida la salinidad y la temperatura de los dos medios, se ajustó periódicamente los factores del agua de la bolsa a los de la pila, esto se logró aplicando 2 litros de agua de la pila a la bolsa, luego en un periodo de 10 minutos, tomamos nuevamente la salinidad y temperatura, pero aún no estaban equivalentes con los de la pila y una vez más aplicamos 2 litros de agua de la pila a la bolsa y esperamos 10 minutos hasta que logramos la salinidad y temperatura requerida.

4.5-Tratamiento con sustrato artificial

En el primer tratamiento se trabajó con sustrato artificial (sacos de bramante), colocados al fondo de la pila # 9 de 15m², en donde se adhirieron organismos (fitoplancton, zooplancton y bacterias).

Estructura del sustrato artificial, para este se necesitaron:

- 12 sacos de bramante (fibra de sisal)
- 5 reglas de madera, cada una de 2 mt de largo y 3 cm de ancho
- 7 bancos de madera (butacas)
- 7 pesas hechas de tubos PVC y cemento



- 1 rollo de mecate
- 1 tijera
- 1 aguja grande de cocer

Montaje

Los sacos se cortaron en forma de tiras de 33 cm de largo y 12.5 cm de ancho, con bastilla en la parte superior para que se sujetaran bien a las reglas de madera, estas se colocaron sobre dos butacas una en cada extremo, las cuales fueron sujetas al fondo de la pila con dos pesas hechas de tubos PVC rellenos con una mezcla de piedrín y cemento, para evitar movimiento y suspensión de las mismas, las butacas y pesas restante se colocaron en el centro del montaje.

Transcurrido el tiempo de los sacos en la pila, se fue acumulando de fitoplancton, zooplancton y bacterias, esta acumulación jugó un factor muy importante en la pila, para alimentación de las postlarvas.

4.6-Tratamiento con Flóculo

En el segundo tratamiento se trabajó con flóculo (co-cultivo de bacterias heterotróficas y algas del género diatomeas) en la pila # 10 de 15m², el cultivo de flóculo se realizó en un recipiente de plástico de 1200 litros y este se aplicó diariamente en la pila.

Actividades realizadas para el cultivo de flóculo:

- Toma de agua y oxígeno
- Recolecta de algas del género diatomeas en drenaje de aguas
- Análisis de limpieza de una muestra de lo recolectado al microscopio
- Fertilización
- Siembra de algas



Materiales a utilizados

- Tubería PVC, para toma de agua y oxígeno, manguerillas y piedras difusoras
- 1 taza de plástico
- Esponjas o algodón
- 1 pipeta
- 1 porta y cubre objeto
- 1 microscopio
- 3 garrafones de 20 litros cada uno
- 1 recipiente de plástico de 1200 litros
- Fertilizantes: Urea (nitrato de amonio), fertilake y melaza

Procedimiento de siembra de algas en botellas, para el cultivo de flóculo

- Al recolectar las algas del género diatomeas, se observó al microscopio una muestra, para conocer su limpieza.
- En cada garrafón, se agregó 10litros de agua salada, extraída del reservorio, para sembrar las algas recolectadas.
- Se aplicó fertilizantes: urea (5gr), fertilake(10gr)+ 200ml de la muestra recolectada en cada garrafón + 30ml de melaza en cada botella.
- Se esperó un período de 2 a 3 días, para obtener un bloom de flóculo y como resultado un color café en el agua.
- Se llevó un seguimiento continuo de la calidad de algas de flóculos.

Procedimiento de siembra de flóculo de botellas al recipiente de plástico de 1200 litros

- Cuando se observó un bloom de flóculo y un color café en el agua de los garrafones, se procedió a sembrar.
- Se agregó 400litros de agua salada al recipiente, extraída del reservorio.
- Se aplicó fertilizantes: urea(20gr), fertilake(40gr) + 30 litros de flóculo de los garrafones + 500ml de melaza.
- Se realizó un seguimiento continuo del cultivo de flóculo.



- Se aplicó flóculo diariamente en la pila #10, el volumen osciló de 10-60 litros/día durante todo el cultivo.

Conteo de flóculos en el recipiente de plástico (1200 litros)

Con una pipeta volumétrica de 10ml se extraía una muestra de flóculo del cultivo y se contaba, para conocer la cantidad de flóculo que se aplicaba.

4.7- Recambio de agua

El agua de las pilas se recambió cuando era necesario, al observar altas concentraciones de materia orgánica en descomposición, ya que esto implica costos económicos. Se trabajó con un nivel operativo de agua de 80 cm y un recambio de 50% en cada una de las pilas.

4.8-Alimentación

Se alimentó con insumo comercial Aqua feeds de 25% de proteína y la cantidad de alimento a suministrar dependió del peso en gramos semanal de las postlarvas, tomando en cuenta solamente el porcentaje en peso, en las primeras cuatro semanas, porque si se trabajaba también con capacidad de carga, la cantidad de alimento era mínima. Después de las cuatro semanas, se incluyó la capacidad de carga; este alimento se proporcionaba al voleo.

4.9- Factores físico-químicos del agua de cultivo

Oxígeno disuelto: Se medía el oxígeno de cada pila siempre en el mismo orden y a la misma hora (6am y 6pm) todos los días, con un oxigenómetro marca YSI, modelo 550A. La sonda del medidor de oxígeno se daña con facilidad por lo cual se debe manipular con mucho cuidado. Se calibraba la sonda del medidor de oxígeno antes y después de realizar cada medición. Se sumergía la sonda a una profundidad de un metro, se movía suavemente la sonda, se esperaba a que el medidor de oxígeno se estabilizara y por último se tomaba nota de la lectura de oxígeno.



Temperatura: Se medía en el mismo orden y a la misma hora (6am y 6pm) todos los días, a través de la sonda incorporada al medidor de oxígeno. Se colocaba en la pilas, de tal forma que la sonda quedara sumergida a un metro, se esperaba por un momento a que la medición se estabilizara antes de registrar la medición y se anotaba.

Salinidad: La salinidad se medía en el mismo orden y a la misma hora (6am y 6pm) todos los días, con un salinómetro marca...se calibraba con agua dulce la prisma antes y después que se utilizaba y luego se colocaba una gota de agua salada de cada una de las pilas y se observaba por el ocular en un lugar iluminado, para una mejor exactitud en su medición y se anotaba el dato obtenido.

4.10-Parámetros poblacionales

Crecimiento

Se realizó semanalmente, extrayendo 10 postlarvas de cada pila, con un chayo, equivalente al 100% de la población, se colocaron en una pana con agua salada de la misma pila, se secaron y pesaron cada una de las postlarvas en una balanza gramera (Marca: OHAUS, Modelo: Scout pro Sp202, Max: 200 gr, d: 0.01 g), para determinar el peso individual y promedio semanal de las mismas.

Ritmo de crecimiento

Se calculó con respecto al peso semanal de las postlarvas:

$RC = \text{Peso promedio actual} - \text{Peso promedio anterior}$

Tasa de crecimiento

Se calculó con respecto al peso en gramos por día de las postlarvas:

$TC = \frac{\log_{10} \text{ peso promedio actual} - \log_{10} \text{ peso promedio anterior}}{\text{tiempo}} \times 100$



Sobrevivencia

Se determinó al final del experimento, contando todos los camarones de cada pila, calculando el porcentaje de la siguiente manera:

$$S\% = \frac{\text{Población actual}}{\text{Población inicial}} \times 100\%$$

Rendimiento productivo

Se realizó al final del experimento, pesando con una balanza todos los camarones de cada uno de los dos tratamientos.

Factor de conversión alimenticia

Para cada condición experimental el FCA fue calculado así:

$$F.C.A = \frac{\text{Cantidad de alimento suministrado}}{\text{Producción neta de camarones}}$$

4.11-Técnica de recolección de datos

Los datos de factores físico-químicos (oxígeno disuelto, temperatura y salinidad), más los parámetros poblacionales (crecimiento, sobrevivencia, ritmo de crecimiento, tasa de crecimiento, rendimiento productivo y factor de conversión de alimento), se obtuvieron directamente de las dos pilas, donde se encontraban ambos tratamientos. Dichos datos fueron anotados en bitácoras y formatos de campo respectivamente.

4.12-Técnica de análisis de los datos y pruebas de hipótesis

Para el análisis de datos, se trabajó con gráficas lineales para datos de factores físico-químicos y de barra para los parámetros poblacionales. Una vez obtenidos los datos y analizados mediante el programa de Excel, se procedió a realizar las discusiones correspondientes y en base a esto se aceptó o rechazó una de las dos hipótesis del experimento.

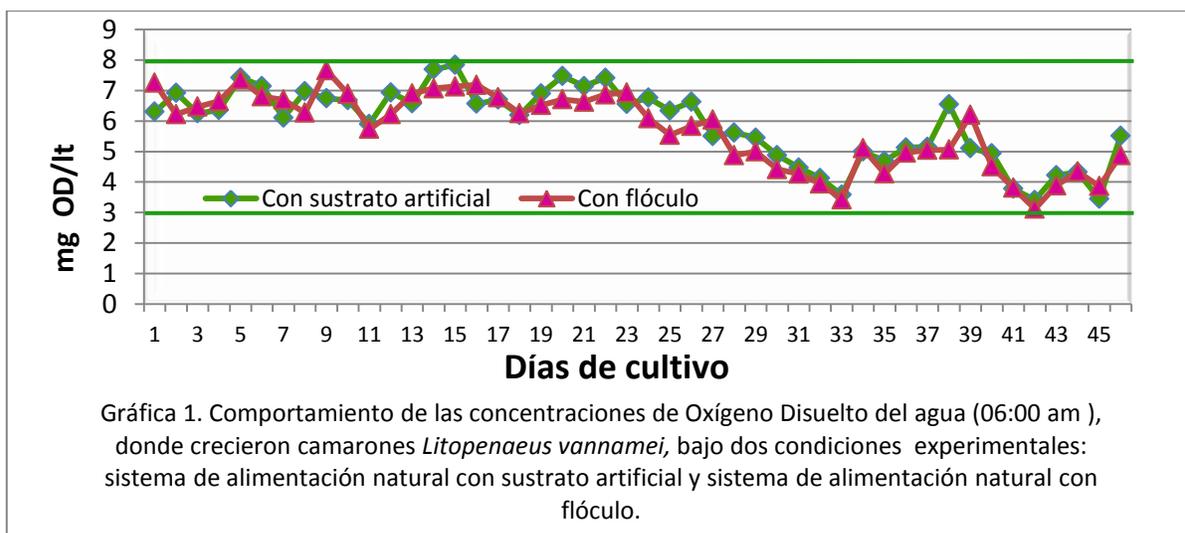


V.-Resultados y Discusión

Oxígeno Disuelto (mg/l)

En la gráfica 1 se observa una tendencia descendente en los niveles de Oxígeno Disuelto (O.D), al transcurrir los días de cultivo, donde se aprecian los niveles mínimos de oxígeno en el día de cultivo 33, siendo este de 3.58 mg/l en la pila con sustrato artificial y 3.43 mg/l en la pila con flóculo, esto se debió a la presencia de algas del género cianófitas y clorófitas en el agua de ambas pilas; el día 42 estuvo de 3.41 mg/l en la pila con sustrato artificial y 3.12 mg/l en la pila con flóculo; y el día 45 estuvo de 3.45 mg/l en la pila con sustrato artificial y 3.86 mg/l en la pila con flóculo, por aumento de la temperatura. El día 38 en la pila con sustrato artificial el oxígeno estuvo de 6.5 mg/l y en la pila con flóculo de 6.20 mg/l, esto se debió por el recambio de agua efectuado.

En la cría de camarones se indica que es recomendable mantener una concentración de oxígeno disuelto superior a 3 mg/l, ya que debajo de 3 mg/l el metabolismo del camarón baja (Consultoría en cultivo de camarón (Anónimo, 1988)). La concentración de O.D estuvo en intervalos de 3-8 mg/l en los días de cultivo (1-46), durante el experimento, por ende este no interfirió negativamente en el crecimiento de los organismos.



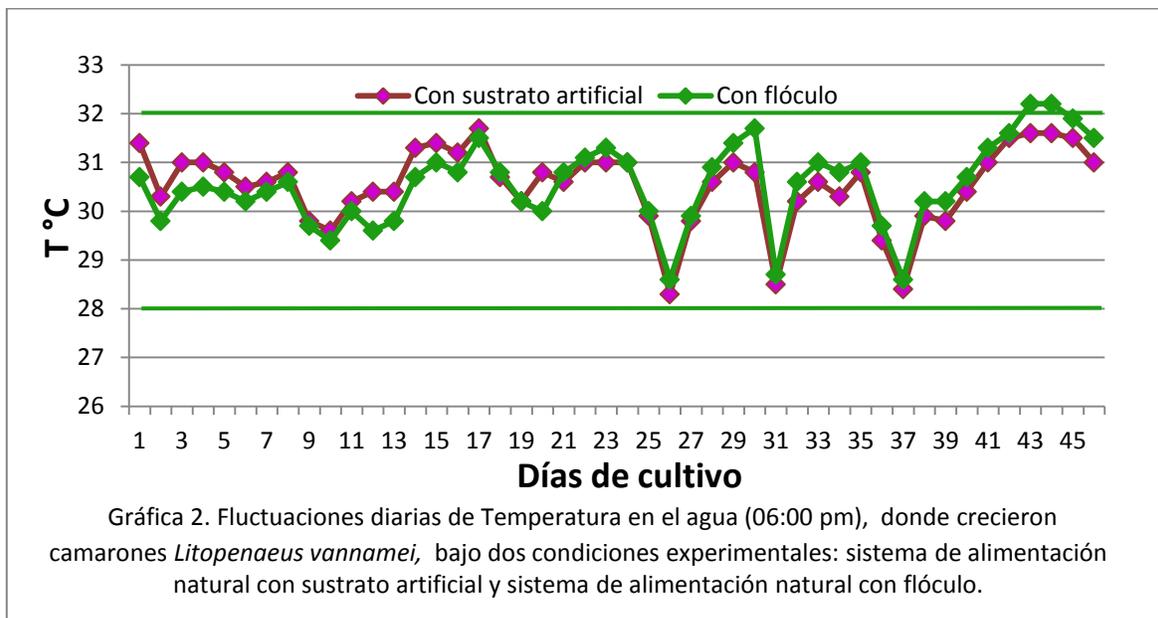


Temperatura (°C)

En la gráfica 2 se observa una tendencia invariable en la temperatura de las dos condiciones experimentales, exceptuando los días 26 con una temperatura de 28.3°C, 31:28.5°C y 37:28.4°C, en la pila con sustrato artificial y en la pila con flóculo el día 26:28.6°C, 31:28.7°C y 37:28.6°C, esto se debió a lluvias parciales y nubosidad. En los últimos días la temperatura ascendió en intervalos de 30-32°C ocasionado por días soleados.

Según Davis et al., 2004; Collins et al., 2005, es importante evitar temperaturas del agua por debajo de 23°C y por encima de 34°C ya que se reduce la tasa de alimentación y de crecimiento.

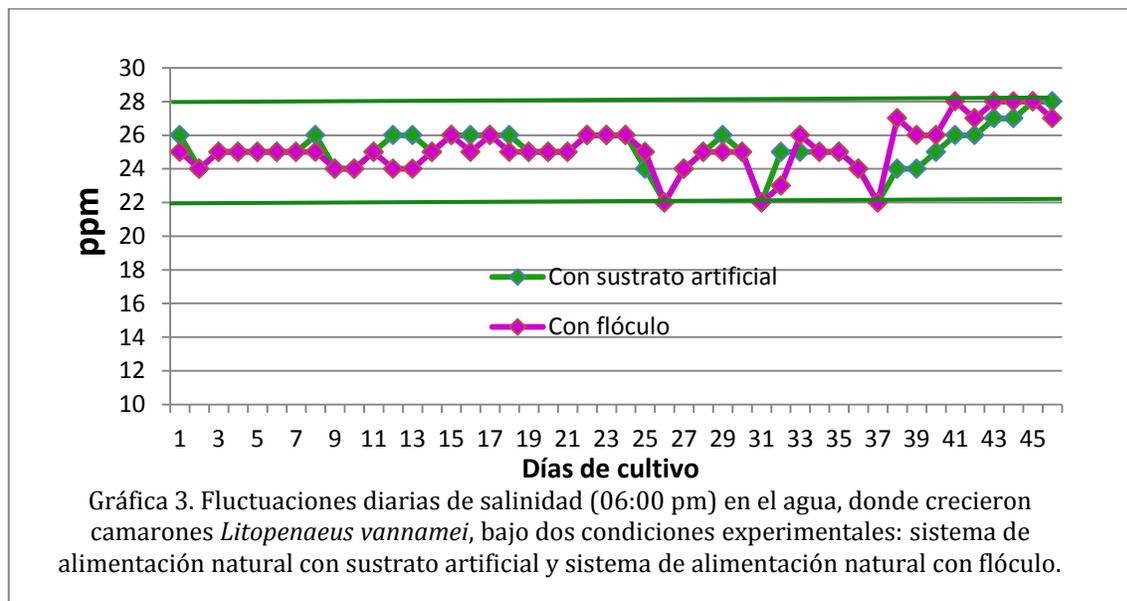
Por lo que se observó que los rangos de temperatura estuvieron entre los intervalos óptimos representados en la gráfica de 28-32°C durante los días de cultivo (1-46), no afectando en el crecimiento de los organismos como lo indica la bibliografía citada.





Salinidad(ppm)

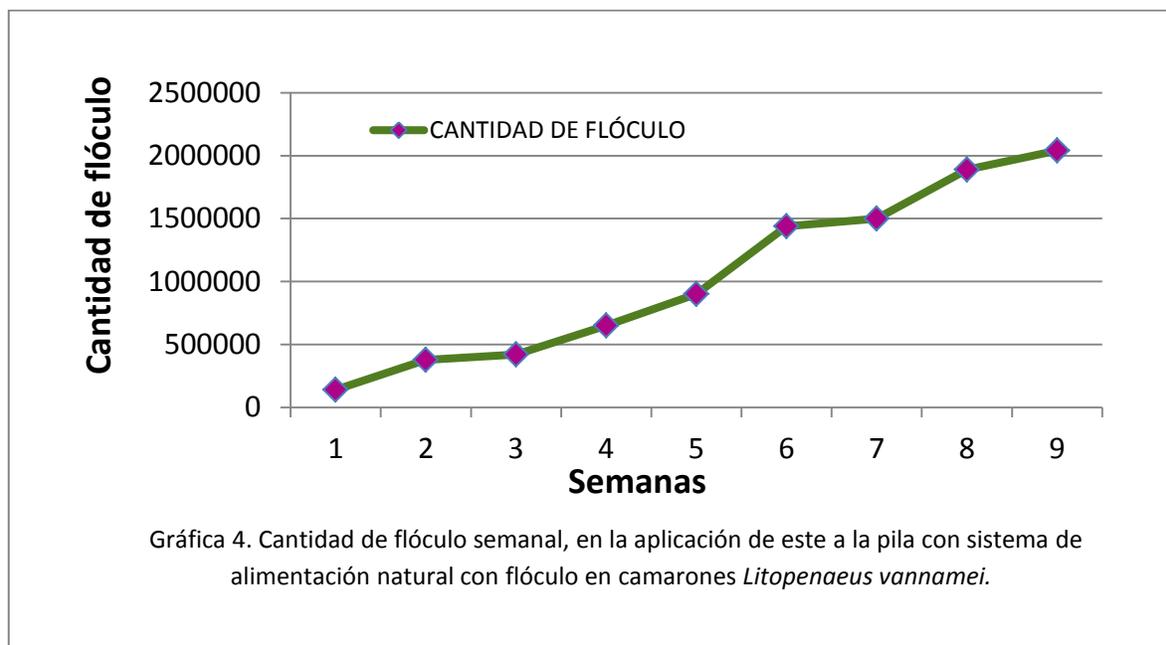
En la gráfica 3 se observa una tendencia constante de la salinidad en los días de cultivo durante el experimento, con intervalos de 22-28 ppm. Según Boyd, C.E. and C.S. Tucker, 1992 *Litopenaeus vannamei* puede ser cultivado en estanques costeros con salinidades entre 1 y 40 ppm, siendo de preferencia para los granjeros una salinidad de 20 y 25 ppm. No obstante durante los días de cultivo 15,17,22-24,33,38-46 con flóculo y días de cultivo 1,8,12,13,15-18,22-24,29,41-46 con sustrato artificial hubo un intervalo de salinidad de 26-28 ppm, esto debido a altas temperaturas durante el día, como se observa la salinidad se mantuvo entre los rangos de 1-40 ppm, no afectando el crecimiento del organismo por los rangos de 22-28 ppm.





Cantidad de flóculo (lt)

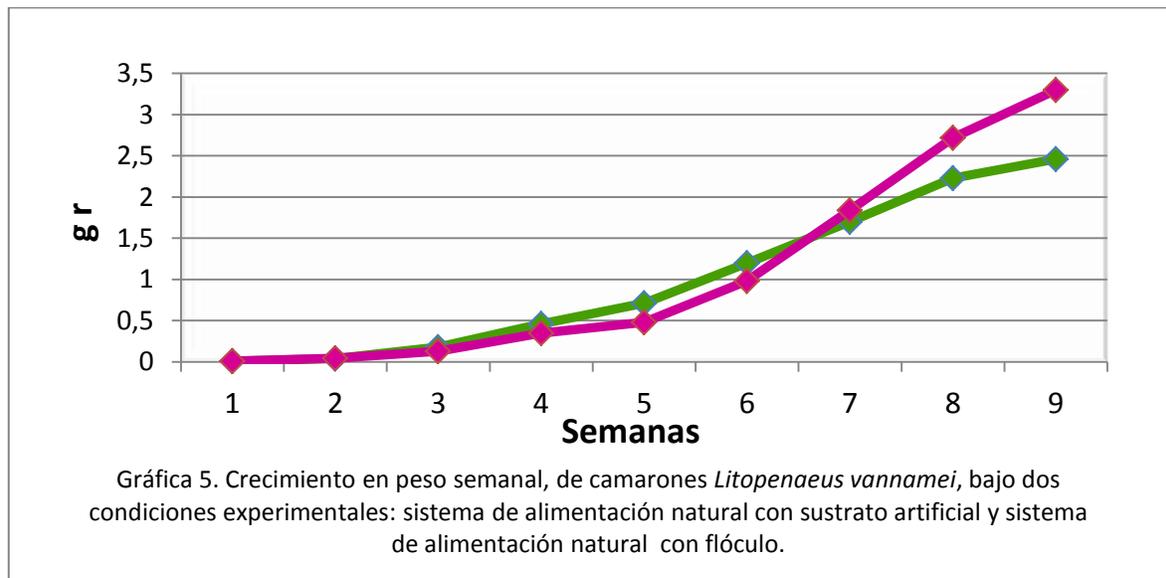
En la gráfica 4. Se logra observar la tendencia ascendente del flóculo conforme avanza el tiempo. Según Avnimelech, Y. 2009 la biomasa de flóculo en cultivos de camarones debe ser en un rango aproximado de 10 a 30 Ton/Ha. El aumento de la cantidad de flóculo fue representativo, influyendo positivamente en el crecimiento de los organismos cultivados, ya que en los primeros estadios el organismo necesita alimentarse para su desarrollo. Por consiguiente la alimentación con flóculo fue de 10-60lts/día durante todo el cultivo.





Crecimiento

En la gráfica 5. Se aprecia una tendencia ascendente, puesto que los organismos crecían significativamente, en las dos primeras semanas no se notó mucha diferencia en el crecimiento, a partir de la tercer semana a la quinta hubo más crecimiento en los organismos con sustrato artificial de 0.18-0.71 gr, pero a partir de la sexta a la novena semana crecieron más los organismos con flóculo de 0.98-3.3 gr. Según la teoría con un manejo adecuado después de 4 meses se podría alcanzar pesos promedios de 12 a 14 gramos para cosechar.(pág. web 40). En 46 días de cultivo se obtuvieron pesos de 2.46 gr con sustrato artificial y 3.3 gr con flóculo, por lo que se llega a un 70% del peso teórico.

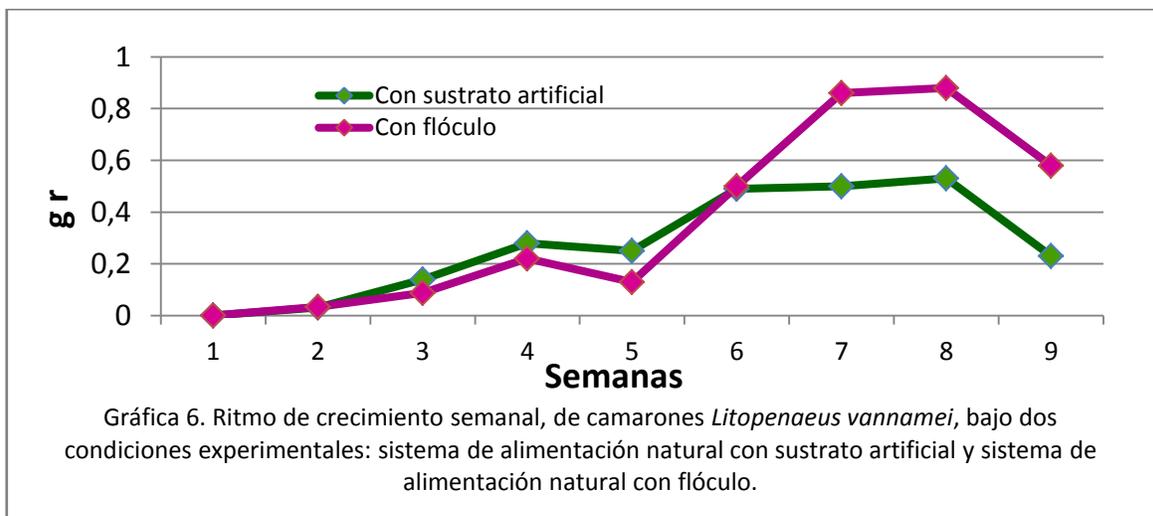




Ritmo de crecimiento (gr)

En la gráfica 6. Se puede observar el ritmo de crecimiento de los dos tratamientos, durante todo el experimento, en las dos primeras semanas no fue muy significativa la diferencia en el crecimiento, a partir de la tercer semana a la quinta se notó un aumento en el crecimiento de los organismos con sustrato artificial, de 0.14-0.25 gr/semana y con flóculo de 0.088-0.13 gr/semana. A partir de la sexta a la octava semana se aprecia que los organismos con flóculo, crecían a un ritmo más rápido de 0.5-0.88 gr/semana, no siendo así los organismos con sustrato artificial de 0.49-0.53 gr/semana. En la novena semana se observa una disminución de crecimiento en los organismos de las dos condiciones experimentales: con sustrato 0.23 gr/semana y con flóculo 0.58 gr/semana.

Según Martínez E, el ritmo de crecimiento en los camarones debe ser de 1.0 gr semanalmente y cada 5 días de 0.74 a 0.80 gr. En comparación con los resultados obtenidos en el experimento, no se logró alcanzar el ritmo de crecimiento que se menciona en teoría, excepto en los organismos con flóculo, de la séptima a la octava semana se observan en 5 días ritmos de crecimientos iguales de 0.86-0.88 gr.

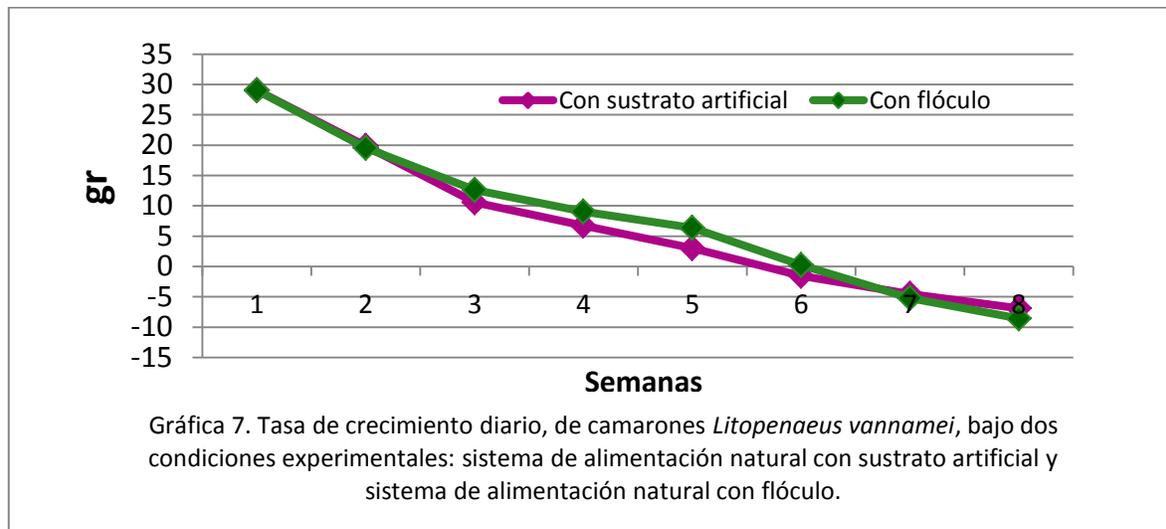




Tasa de crecimiento (gr)

En la gráfica 7. Esta tiende a disminuir respecto al tiempo, por lo que esta es inversamente proporcional, puesto que cuando los organismos están pequeños el alimento que consumen está destinado para su crecimiento y cuando este tiene más edad, el alimento lo utilizan solamente para mantenerse y para realizar sus actividades. (Martínez E. 2011).

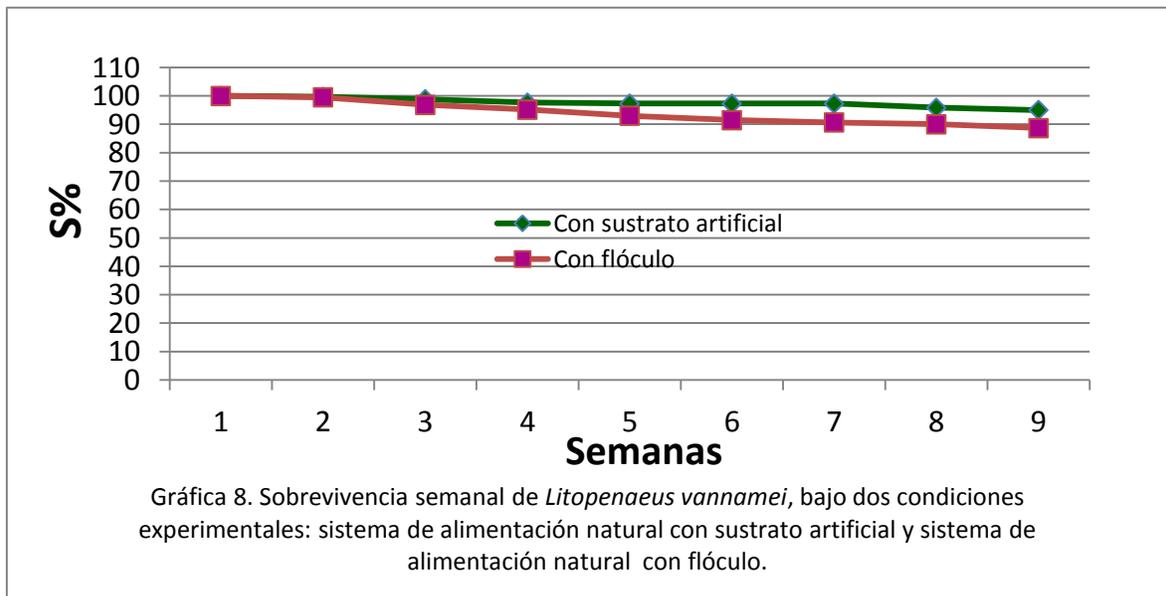
Según Martínez E, el camarón en su estadio de postlarva tiene una mejor tasa de crecimiento que un camarón en su estado juvenil o adulto. La tasa de crecimiento debe ser de -12 gr para el primer mes, datos próximos a este rango se obtuvieron luego de transcurrir un mes de cultivo: -0.6 gr con sustrato artificial y -0.8 gr con flóculo.





Sobrevivencia (%)

La calidad del agua incluye todas las variables físicas, químicas (oxígeno disuelto, temperatura, salinidad y pH) y biológicas (crecimiento, sobrevivencia, alimentación proteica, factor de conversión de alimento y rendimiento productivo) que influyen en la producción de especies acuáticas. Las prácticas de manejo de cultivos de peces y camarones tienen como objetivo mantener las condiciones químicas y biológicas (concentraciones de nutrientes en el agua, una floración de algas, la densidad de siembra, etc.) adecuadas en el medio. (Meyer D. 2004). En la gráfica 8 se puede observar que en la condición experimental con sustrato artificial se obtuvo una sobrevivencia de 95% y con flóculo 88%. (Martínez E. 2011), expresa que una sobrevivencia mayor de 85%, es excelente, por lo que la sobrevivencia obtenida en los dos experimentos se mantuvo en los rangos pertinentes.

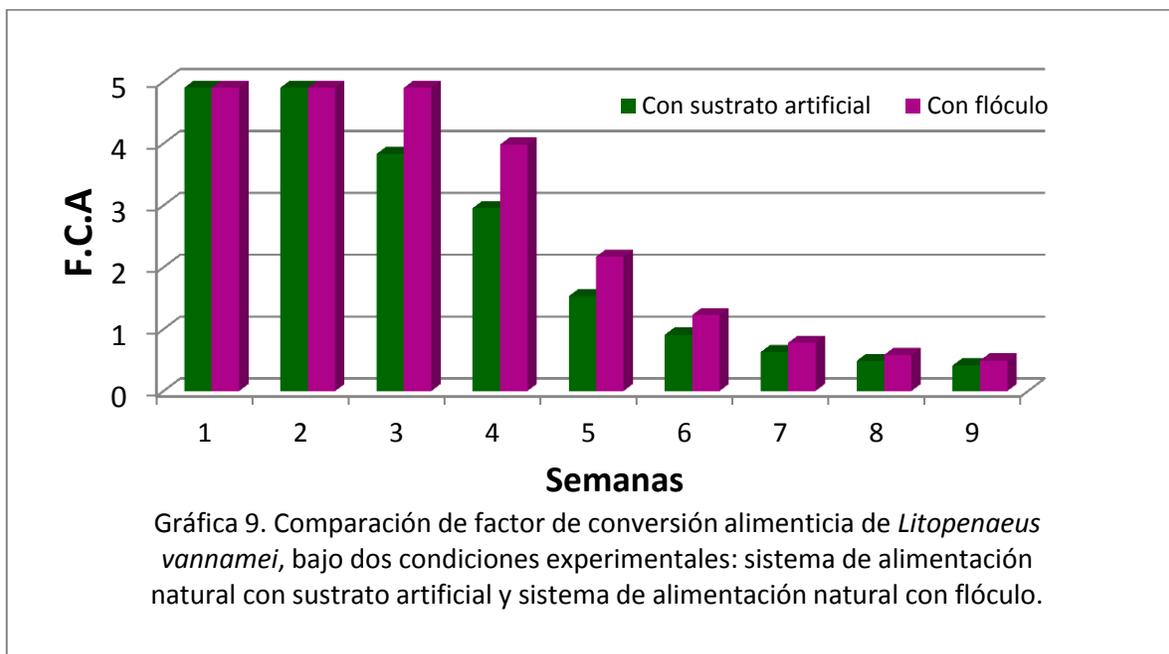




Factor de Conversión Alimenticia (F.C.A)

En la gráfica 9. Se observa una tendencia descendente durante los días de cultivo. En las primeras dos semanas, se proporcionó un 100% de alimento comercial en las dos condiciones experimentales. A partir de la tercera semana el factor de conversión alimenticia disminuye en la condición experimental con sustrato artificial, porque se tomó en cuenta la productividad primaria de la pila y en la cuarta semana disminuye en la condición experimental con flóculo, dado que hasta este momento se tomó en cuenta su productividad primaria.

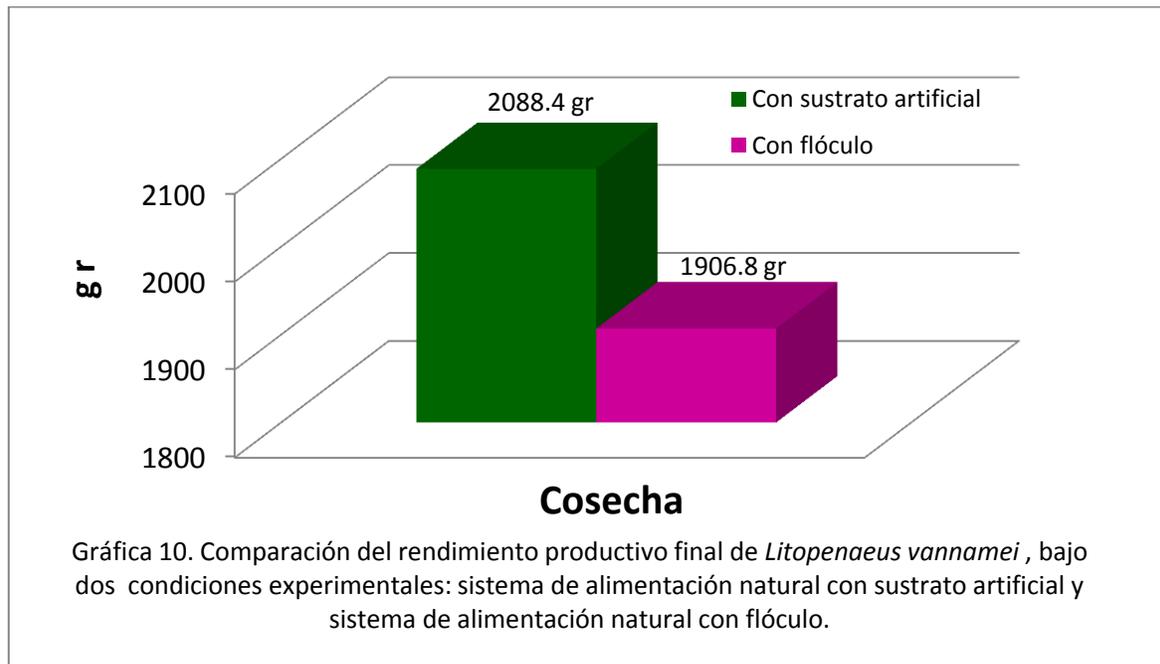
El F.C.A varía dependiendo de la densidad de siembra, calidad del alimento y tamaño del camarón cosechado. Idealmente la F.C.A. no debe ser mayor de 1.5, (Anónimo, 1997). Al final del experimento se logró un factor de conversión alimenticia de 0.41 con sustrato artificial y 0.49 con flóculo. Por lo que los datos obtenidos en el experimento se mantuvieron en los rangos óptimos para el cultivo de camarones.





Rendimiento productivo final (gr)

En la gráfica10, se observa un rendimiento productivo de 2088,4 gr con sustrato artificial y 1906,8 gr con flóculo, existiendo dos variables directamente proporcionales: sobrevivencia y biomasa,al obtener mayor sobrevivencia en un estanque de cultivo de camarones, será mayor su biomasa y si existe menor sobrevivencia,menor será su biomasa.Según el Dr. Limsuwam C 2005, actualmente en Tailandia más de la mitad del cultivo de camarón marino se realiza con la especie *Litopenaeus vannamei* con producciones que van de 18 a 30 Ton/Ha/ciclo (8,181-13,636 kg/Ha/ciclo).





VI.-Conclusiones

1. Los factores físico-químicos: oxígeno disuelto, temperatura y salinidad, no afectaron en el crecimiento de las postlarvas de camarón, *Litopenaeus vannamei*, obteniendo intervalos aceptables de oxígeno disuelto de 3-7mg/l, intervalos óptimos temperatura de 28-32°C e intervalos aceptables de salinidad de 22-28 ppm, en las dos condiciones experimentales: sistema de alimentación natural con sustrato artificial y sistema de alimentación natural con flóculo.
2. Mediante el conteo, se logró conocer la cantidad de flóculo, entre los rangos de 10- 60lt/día, para alimentar a las postlarvas y a través de la buena aplicación de este, se obtuvo un mejor crecimiento al final del experimento.
3. Damos respuesta a nuestra hipótesis de investigación, puesto se obtuvo un mejor crecimiento en el sistema de alimentación natural con flóculo en un cultivo intensivo de producción con un peso final de 3.3gr, respecto al sistema de alimentación natural con sustrato artificial con un peso final de 2.46gr. Se obtuvo un mejor porcentaje de sobrevivencia en el sistema de alimentación natural con sustrato artificial de 95%, que en el sistema de alimentación natural con flóculo de 88%, de igual manera se adquirió un mejor factor de conversión alimenticia en el sistema de alimentación con sustrato artificial de 0.41, que en el sistema de alimentación con flóculo de 0.49.



VII.-Recomendaciones

- Asumir con mucha prevención y responsabilidad las labores establecidas antes, durante y después del cultivo, especialmente con buenas prácticas de manejo acuícola (BPMA).
- Lavar muy bien los sacos de bramantes, que se ocuparán como sustrato artificial en el estanque o pila.
- Introducir los sacos de bramantes en el fondo del estanque o pila, dos semanas antes de sembrar las postlarvas, para que se adhieran algas y materia orgánica a los sacos, así mismo para adquirir una coloración café en el agua, siendo la coloración deseada para un cultivo de camarón blanco, *Litopenaeusvannamei*.
- Realizar un cultivo de flóculo independiente, preferiblemente sembrar algas del género diatomeas en un lugar soleado y con aireación, cepillando diariamente las paredes del recipiente en donde se lleve a cabo dicho cultivo, para evitar que las algas se adhieran.
- Agregar a la fertilización, metasilicato para la proliferación de algas del género diatomeas.
- Realizar pruebas de amonio con un test amonio, para medir las concentraciones de amonio total y tóxico del agua de las pilas, para mantener su calidad.
- Realizar una tabla de alimentación, tomando en cuenta la productividad primaria, para alimentar a las postlarvas en el estanque o pila que contiene sustrato artificial o flóculo, dependiendo de la sobrevivencia y peso promedio semanal.



VIII. - Bibliografía

1. Anderson, R.K., P.L. Parker and A.A. Lawrence. 1987. A 13 C/12 C tracer study of the utilization of presented feed by a commercially important shrimp *Penaeus vannamei* in a pond growout system. Journal, World Aquaculture Society 18(3): 148-155.
2. Anónimo, 1989. Cámara de Productores de camarón (CPC). Libro blanco del camarón.
3. Anónimo, 1994. Folleto de Algas. Escuela Superior Politécnica del Litoral.
4. Anónimo, 1997. Nicovita: Alimento Balanceado para acuicultura de camarones.
5. Anónimo, 1997. Nicovita: Tasa o factor de conversión alimenticia en el cultivo de camarón.
6. Anónimo, 1998. Nicovita: Retardo de la tasa de crecimiento de los camarones.
7. Anónimo, 1998. Nicovita: Utilización de melaza en estanques de cultivo de camarón.
8. Anónimo, Gulf Marine Research Unit del Texas Research Assoc. El trabajo aquí descrito, ha sido realizado por el Gulf Marine Research Unit del Texas Research Assoc., ubicado en Galveston, Texas, Estados Unidos. El estudio se lleva a cabo actualmente, Al concluir este estudio, los resultados serán publicados por el equipo de investigadores en una publicación científica especializada.
9. Anónimo, 1976. Plant Biology. Norstogand Long. W.B. Saunders Company.
10. Anónimo, 2013. Disagro, Línea Acuícola.
11. Artilles, M.A., Jaime, B. y Galindo, J., 1996. Manejo del alimento en el engorde semi - intensivo del camarón blanco (*Penaeus schmitti*) utilizando comederos. Rev. Cub. Inv. Pesq. 20 (1), 10-14.
12. Avnimelech, Y. 2009. Biofloc Technology- A Practical Guide Book. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, United States.



13. Barraza Guardado, R. 1996. Estudio de los principales componentes de la productividad natural en estanques durante la pre engorda de *Penaeus vannamei* Boone, 1931. Tesis de Maestría. Universidad de Sonora. 89p.
14. Barker, M.F. y R.E. Scheibling. 2008. Rates of fission, somatic growth and gonadal development of a fissiparous sea star, *Allostichaster insignis*, in New Zealand. *Marine Biology* 153:815824.
15. Boyd, C.E. and C.S. Tucher, 1992. Water Quality and Pond Soil Analyses for Aquaculture. Alabama Agricultural Experiment. Station. Auburn University. Alabama, USA. 138 pp.
16. Browdy, C.L., 1998. Recent developments in penaeid broodstock and seed production technologies: improving the outlook for superior captive stocks. *Aquaculture*, 64, 3-21.
17. Butch, 1959, Efecto en el crecimiento de la microalga *Tetraselmis suecica* (Kilin) a diferentes concentraciones de Na₂-ETDA en cultivo estático. Ed. Ensenada B.C. 1981. 62 pgs.
18. Ceccaldi H.J. 1986. Digestion et sécrétions digestives chez les Crustacés. *Oceanis*, Vol. 12, Fasc. 1, pp.3149
19. Collins, A., Russell, B., Walls, A., Hoang, T. 2005. Inland prawn farming studies into the potential for inland marine prawn farming in Queensland. Queensland Department of Primary Industries and Fisheries (DPI&F). Australia. 79 pp.
20. Chen, Houn-Yung; Z. P. Zein-Eldin y D. V. Aldrich (1985). Combined effects of shrimp size and dietary protein source on growth of *Penaeus setiferus* and *P. vannamei*. *J. World Mariculture Soc.*, 16: 288-296.
21. Chiu, I. L. and H. Y. Chien, 1992. Juvenile *Penaeus monodon* as an Effective Zooplankton predator. *Aquaculture*. 103:35-44.
22. Clifford, H.C. (1997). *Manual de operaciones de Super Shrimp*, S.A. de C.V. 105pp. División de Servicios Técnicos (inédito).
23. Clifford, H.C. (2000). *Personal communication. Henry Clifford is the International Technical Director of the Super Shrimp Company* (inédito).



24. Cook, C.I. and H.C. Clifford. 1998. Fertilization of shrimp ponds and nursery tanks *Aquaculture Magazine* 24(3):52-62.
25. Davis, A., Samocha, T.M., Boyd, C.E. 2004. Acclimating Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, to Inland, low-salinity waters. SRAC Publication No. 2601. 8 pp.
26. Deshimaru O. y Shigeno K. (1972). *Introduction to the artificial diet for prawn Penaeus japonicus. Aquaculture*, 1: 115-133 (inédito).
27. Egna H. y Boyd C. (1997). Dinámica de los estanques en acuicultura. Resumido por dirección de acuicultura (inédito).
28. Gibson, R. and Barker, P.L. 1979. The Decapod hepatopancreas. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 17:285-346.
29. Griffith, D.R.W., E. Laborde V. & J.M. Wigglesworth (1992). Biological and economic of penaeid larval rearing using benthic diatoms. *Memorias I Congreso Ecuatoriano de Acuicultura, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador*, pp: 101 – 105.
30. Guerra E. y Villavicencio S. 2007. Bacteria II/agronline.
31. Güel, R. 1973. Factores que influyen en el crecimiento somático. *Revista Cubana de Pediatría* 47:523-5.
32. Herrera, C. 2009, Folleto de Camaronicultura. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua León. UNAN-León. Folleto Impreso. Nº 009 Pág 97.
33. Herrera C. y Martínez E. (2009). Guía para una camaronicultura sostenible, bajo régimen de buenas prácticas acuícolas UNAN-León.
34. Hoppe, H. G. Determination and properties of of actively metabolizing heterotrophic bacteria in the sea, investigated by means of microautoradiography. *Mar. Biol.* 1976 291-302 36.
35. Hsien-Tsang S. y Aguillón C. (2008). Manual sobre reproducción y cultivo del camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*), Cendepesca (Centro de desarrollo de la pesca y la acuicultura), El Salvador.
36. Jory, D.E. 1995. Management of natural productivity in marine shrimp semi-intensive ponds. *Aquaculture Magazine* 21, 90-100.



37. Jory, D.E. 2000. General concerns for managements of biota in progress shrimp ponds. *Aquaculture Magazine* 26(4):76-80.
38. Leber, K.M., G.W. Dominy, and G.D. Pruder, 1988. Shrimp feeding responses to food web manipulation in experimental growout ponds. Honolulu Hawaii.
39. Lester, L. J. & Pante Ma. J. R. (1992). Penaeid temperature and salinity responses, p. 515-534. In A. W. Fast y L. J. Lester (eds.). *Marine Shrimp Culture: Principles and Practices*. Developments in Aquaculture and Fisheries Science, 23. Elsevier, Nueva York (inédito).
40. Limsuwam C. 2005. Cultivo intensivo de camarón blanco.
41. Loizzi, R.F. 1971. Interpretation of crayfish hepatopancreatic functions based on fine structural analysis of epithelial cell lines and muscle network. *Z. Zellforsch. Mikrosk. Anat.*, 113:420-440.
42. Lucas, A. 1996. *Bioenergetics of Aquatic Animals*. Taylor & Francis, Ltd. 169 pp.
43. Martínez-Córdova, L., Porchas-Cornejo, M., Villarreal-Colmenares, H. Calderón-Pérez, J., and Naranjo-Paramo, J. 1998. Evaluation of three feeding strategies on the culture of white shrimp *Penaeus vannamei* Boone, 1931. in low water exchange ponds. *Aquacultural Engineering* 1: 21-28.
44. Martínez Córdova, L. 2000. Formas y recomendaciones de manejo del alimento y la alimentación para una camaronicultura sustentable. Páginas 271-283 en *Memorias del III Simposio Internacional de Acuicultura: Aqua México 2000*.
45. Martínez Córdova, L. 2002. *Camaronicultura: Avances y Tendencias*. AGT Editor. México, D.F. 167 p.
46. Martínez-Córdova, L. Campaña-Torres, A. and Porchas-Cornejo, M. 2003. Dietary protein level and food management in the culture of blue (*Litopenaeus stylirostris*) and white shrimp (*L. vannamei*) in microcosms. *Aquaculture Nutrition* 9:155-160.
47. Martínez Córdova, L. R., Campaña Torres, A. y Martínez Porchas, M. 2004. Manejo de la Productividad Natural en el Cultivo del Camarón. In: Cruz Suárez, L.E., Ricque Marie, D., Nieto López, M.G., Villarreal, D., Scholz, U. y



- González, M. 2004. Avances en Nutrición Acuícola VII. Memorias del VII Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. 16-19 Noviembre, 2004. Hermosillo, Sonora México.
48. Martínez E. 2011, Comunicación personal, (UNAN-León, Nicaragua).
49. Martínez- Córdova R.L, 1993. Camaronicultura. Bases técnicas y científicas para el cultivo de camarones peneidos. A.G.T. Editor. México, D.F. 233 p.
50. Meyer D. Honduras (2004): Introducción a la acuicultura; cultivo de camarón de mar. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.
51. Morales, V. 1990. Levantamiento larvario de camarones peneidos. Cartilla Pradepesca. pp 1.
52. Muylder E. Claessens L. & Herizi M. (2010), Production of shrimp (*Litopenaeus vannamei*) without marine proteins in a biofloc system Published by: Aquafeed.com llc. Kailua, Hawai'i 96734, USA. www.aquafeed.com. info@aquafeed.com.
53. Nyan K. Malaysia November 6, 2009. Asian pacific aquaculture 2009 potential for development of bio-floc technology for Pacific white Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) farming.
54. Ortega, S., (1996). Diagnóstico de las granjas camaroneras del Pacífico de Nicaragua. Informe Técnico. Departamento de Biología, UNAN-León. León, Nicaragua (inédito).
55. 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. pp233.
56. Peña Mesina. E. 1999. Comparación del consumo alimenticio de *Litopenaeus vannamei* y *Litopenaeus stylirostris* durante la engorda, bajo condiciones de bicultivo y monocultivo semi-intensivo, en estanques de bajo recambio. Tesis de Maestría. Universidad de Sonora. Hermosillo, Sonora. 91p.
57. Reid B. y Arnold R.C. 1992. The intensive culture of penaeid shrimp *penaeus vannamei* (Boone) in recirculating raceways system. Journal of the Acuaculture Society. 23:146-153.



58. Rojas, A.A., Haws, M.C. y Cabanillas, J.A. ed. (2005). Buenas Prácticas de Manejo Para el Cultivo de Camarón. The David and Lucile Packard Foundation. United States Agency for International Development (Cooperative Agreement No. PCE-A-00-95-0030-05).
59. Rosembery, R 1996. World shrimp farming 1990. *Acuaculture Digest Annual Report*. 165 p.
60. Rubrigh, J. S.; J. L. Harrel, H. W. Holcomb, and J. C. Parker. 1981. Response of planktonic and benthic communities to fertilizer and feed applications in shrimp mariculture ponds. *J. World Maricul. Soc.* 12(1):281-299.
61. Suarez-Morales, E. 1998. Zooplancton y Acuicultura. Páginas 95 a 11 En: Martínez, L. (ed.). *Ecología de los Sistemas Acuícolas*. AGT Editor. México, D.F. México. 227p.
62. Tacon, A, 2000. Rendered animal bioproducts: a necessity in aquafeeds for the new millennium. *The Global Aquaculture Advocate* 3(2):15-16.
63. Tacon, 2001. Ecofeed and the coming of ecotechnology for aquaculture. *The Global Aquaculture Advocate* 4(2): 68-69.
64. Tacon, A. (2002). Thematic review of feed and feed management practices in shrimp aquaculture. A Report for FAO, World Bank, WWF, and NACA. Kanehoe, HI, USA. 69p.(inédito).
65. Van Olst, J.C & Calberg J. M. 1972. shrimp farming. *Aquaculture systems international*. Sorrento valley road. San Diego California.
66. Van Wormhoudt, A., Bellon-Humbert, C., 1995 Bases biológicas del cultivo de crustáceos: Muda. In: Barnabé, G. (ed.) *Bases biológicas y ecológicas de la acuicultura*. Editorial Acribia. pp. 237-249.
67. Venkataramiah A.; G. J. Lakshmi y g. Gunter (1975). Effect of protein level and vegetable matter on growth and food conversion efficiency of brown shrimp. *Aquaculture*, 6:115-125 (inédito).
68. Yufera, M., A. Rodríguez and L. M. Lubian. 1984. Zooplankton ingestion and feeding behavior of *Penaeus kerathurus* larvae reared in the laboratory. *Aquacultue* 42:217-224.



69. Zatarain, M. 2000. Evaluación del uso de inductores de zooplancton en el cultivo semi-intensivo del camarón azul, *Litopenaeus stylirostris*. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Sinaloa. Mazatlán, Sinaloa, México.
70. (http://cdigital.dgb.uanl.mx/te/1080124398/1080124398_02.pdf).
71. (http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Litopenaeus_vannamei/es).
72. (http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Litopenaeus_vannamei/es).
73. (<http://definicion.de/oxigeno/>).
74. (<http://conceptodefinicion.de/temperatura/>).
75. (<http://www.fao.org/docrep/field/003/AB466S/AB466S02.htm>).



Formato de campo para peso

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua
UNAN, León
Facultad de Ciencias y Tecnología
Ing. Acuícola



FORMATO DE CAMPO: Cultivo de camarón blanco *Litopenaeusvannamei*

Tesistas encargadas: _____

Número de pila: _____

Área de pila: _____

Sistema de cultivo: _____

PI/m²: _____

Fecha de siembra: _____

Tratamiento: _____

Muestreo de peso semanal:

Fecha :

Número de organismos	Peso (gr)
Peso total	
Peso promedio	

Observaciones:
