

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua León(UNAN-LEON)

Facultad de Ciencias y Tecnología

Departamento de Biología.

Carrera Ingeniería Acuícola.



Tesis previo para optar al título de Ingeniero Acuícola

Comparación del crecimiento de post-larvas de camarón blanco del Pacífico *Litopenaeus vannamei*, sometidas a dos condiciones experimentales: una alimentada con alimento comercial más biofloc y la otra sin biofloc.

Elaborado por:

Br. Stanley Rodrigo Cabrera Pérez.

Br. Silvio Javier Lara Hernández.

Tutor:

Dr. Evenor Martínez González.

“A la Libertad por la Universidad”

INDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO.....	iv
DEDICATORIA.....	v
RESUMEN.....	vi
1.INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS.....	3
3. HIPÓTESIS.....	4
4. LITERATURA REVISADA.....	5
4.1 Biología de los camarones.....	5
4.2 Estadios larvarios.....	7
4.3Productividad Natural en los Sistemas Acuícolas.....	8
4.4 Que es el biofloc.....	10
4.5 Uso de Biofloc.....	11
4.6 Sistemas de producción.....	13
4.7 Alimento.....	15
4.8 Fuentes nutricionales del alimento.....	19
4.9 Calidad del agua.....	22
4.10 Factores Físico Químicos.....	23
4.11 Estudios biológicos.....	34
4.12 Estudio de crecimiento en talla y peso.....	39
4.13 Sobrevivencia.....	42
4.14 Rendimiento Productivo.....	42
4.15 Factor de Conversión Alimenticia.....	43

5. MATERIALES Y MÉTODOS.....	46
5.1 Localización de la zona donde se realizó el experimento.....	46
5.2 Dispositivo experimental.....	46
5.3 Flujo del agua.....	47
5.4 Flujo de aire.....	47
5.5 Preparación del Biofloc.....	48
5.6 Factores físicos y químicos.....	49
5.7 Parámetros poblacionales.....	50
5.8 Análisis estadístico.....	52
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	53
7. CONCLUSIONES.....	63
8. RECOMENDACIONES.....	64
9. BIBLIOGRAFÍA.....	65
10. ANEXOS.....	72

AGRADECIMIENTO

Primeramente a Dios todo poderoso por habernos dado protección y ser nuestro guía espiritual, también porque nos llenó de fe, fuerza, perseverancia, valor, sabiduría y seguridad a través de todo el tiempo que estuvimos realizando nuestra tesis desde su inicio hasta su culminación.

A **nuestros padres** porque con su amor y dedicación nos dieron fuerza, gracias a ellos logramos la finalización de nuestros estudios universitarios, por su apoyo incondicional en todo momento tanto de manera moral como económica al alentarnos para perseverar y coronar una carrera universitaria y poder ser profesionales de bien y provecho para nuestro país.

Al **Excelentísimo Dr. Evenor Martínez G.** por ser nuestro tutor, por orientarnos en la atención para la elaboración de la tesis, por su respaldo, inspiración para nosotros.

A la **Msc. Claudia Herrera**, por su paciencia y orientación así como también por compartir su experiencia en la rama de la acuicultura para que nuestra tesis hoy esté terminada.

A la **Msc. Claudia Jovel**, por ser una persona comprometida con todo el grupo de trabajo, por poner a nuestra disposición sus amplios conocimientos.

DEDICATORIA

Primeramente a Dios por permitirme culminar mi carrera darme salud, ser el manantial de vida y darme lo necesario para seguir adelante día a día para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mis padres **Rodrigo Salomón Cabrera y Maritza del Carmen Pérez Jiménez** por ser mi fuente de inspiración, personas que siempre estuvieron apoyándome incondicionalmente, que estuvieron a mi lado con sus consejos que fueron de mucha importancia en la toma de decisiones, por animarme a ingresar a la universidad y terminar una carrera universitaria.

Stanley Rodrigo Cabrera Pérez

Primeramente a Dios por permitirme culminar mi carrera darme salud, ser el manantial de vida y darme lo necesario para seguir adelante día a día para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mi madre **Cruz Hernández Solís**, por apoyarme en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por haber depositado su confianza en mí y por su amor incondicional. A mi padre **Roberto Lara Solórzano**, por los ejemplos de perseverancia y sabios consejos que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor incondicional hacia mí.

Silvio Javier Lara Hernández



RESUMEN

La acuicultura ha venido creciendo de manera notable en Nicaragua, debido a que ha surgido como una nueva alternativa de producción de proteína a nivel mundial y es debido a esto que actualmente despierta gran interés en las actividades económicas. El propósito de este trabajo fue comparar el crecimiento de camarones *Litopenaeus vannamei* aplicando alimento comercial más biofloc y alimento comercial sin biofloc. Con los resultados de este trabajo los Ingenieros, técnicos y productores podrán aplicar los conocimientos adquiridos para la generación e inclusión de biofloc en la dieta de los camarones y de esta manera aprovechar todos los componentes de la productividad primaria y los microorganismos asociados que muchas veces no se toma en cuenta por algunas empresas y productores para mejorar el crecimiento de los animales cultivados. La metodología que se aplicó para desarrollar este trabajo de investigación fue: Se usaron seis recipientes plásticos de 0.38 m² cada una. Un tratamiento consistió en aplicar una mezcla de biofloc y alimento comercial al 30% proteína a los camarones en el experimento; el otro tratamiento consistió en aplicar solamente alimento comercial al 30% proteína. Al final del experimento los resultados obtenidos fueron de: En el tratamiento con biofloc se obtuvo un 93.3% de sobrevivencia y un peso promedio de 1.0062 gr. En el tratamiento sin biofloc se obtuvo una sobrevivencia del 90% de y un peso de 0.86 gr. Con estos resultados concluimos que el mejor rendimiento productivo se obtuvo en el tratamiento donde se aplicó biofloc en el alimento con diferencias significativas con un margen de error de $P > 0.5$.

1. INTRODUCCIÓN.

Con la actual tasa de crecimiento mundial de la acuicultura es necesario hacer frente a la problemática de la escasez en el suministro de alimento rico en proteínas, en particular situado en los países en desarrollo. Sin embargo, el medio ambiente y las limitaciones económicas pueden obstaculizar este crecimiento más aun cuando las tendencias tecnológicas apuntan hacia escenarios que resultan difíciles de alcanzar en sistemas de cultivos tradicionales como el semi intensivo e intensivo que son en donde recae la problemática de una alimentación completa que genere los resultados esperados por los productores.

Para que la camaronicultura se consolide como una actividad económicamente viable y ecológicamente sustentable, debe superar algunos retos entre los que se destaca el de entender el importante papel del alimento natural en la dieta completa de especies bajo condiciones prácticas de cultivo.

En la acuicultura se han utilizado varias especies de micro algas como alimento, pero no todas ellas son adecuadas para mantener el crecimiento de un organismo en particular. Esto se debe a que existen diferencias de tamaño, digestibilidad y en su valor nutritivo, el cual depende principalmente de la composición bioquímica de las micro algas y de las necesidades específicas del organismo a cultivar.

La acuicultura ha venido creciendo de manera notable en Nicaragua, debido a que ha surgido como una nueva alternativa de producción de proteína a nivel mundial y es debido a esto que actualmente despierta gran interés en las actividades económicas (Galindo et al 2002)

Es importante resaltar que entre los costos de producción en insumos uno que es de gran interés es el alimento que llega a representar hasta un 60% del costo de producción en los ciclos de las granjas y más son los costos en aquellas que no toman en cuenta la productividad natural, es por esto que con este trabajo de investigación destacamos el valor nutricional que genera proporcionar una fuente adicional de proteínas llamado Biofloc que garanticen un buen desarrollo para los

camarones además de suministrar alimento peletizado, también es importante señalar que con la utilización del Biofloc se estaría reduciendo de manera significativa el desperdicio del alimento artificial y por lo tanto disminución en los costos de producción. El Biofloc es un grupo de materia orgánica formado por agregación de Algas y bacterias en suspensión (Galindo et al. 1992)

En este trabajo se plantea la interrogante ¿El biofloc puede ser utilizado en las primeras fases del sistema trifásico para complementar la dieta de los camarones y que el crecimiento de estos animales sea mayor a lo tradicional y los costos menores; convirtiendo el amonio en proteína bacteriana?

En el campo laboral se requiere disminuir aspectos como los costos de alimentación, para obtener mejores resultados en la producción de camarones; por tanto, el usar el biofloc que representa una unidad ecológica y constituye el núcleo alrededor del cual se desarrolla el proceso de depuración biológica de medios de cultivos, es fuente rica en proteínas para la especie a cultivar.

Con los resultados de este trabajo los técnicos y productores podrán aplicar los conocimientos adquiridos para la generación e inclusión de biofloc en la dieta de los camarones y de esta manera aprovechar la productividad primaria y los microorganismos asociados que muchas veces no se toma en cuenta por algunas empresas y productores para mejorar el ritmo de crecimiento de los animales cultivados.

2. OBJETIVOS

Objetivo general:

Comparar el efecto de dos alimentos comerciales, uno aplicando biofloc y otro sin aplicación, sobre el crecimiento de postlarvas de camarón blanco del pacífico *Litopenaeus vannamei* sembradas a una densidad de 80 pls/m².

Objetivos específicos:

1. Determinar la influencia que presentan los factores físico químico del agua (Oxígeno Disuelto, Temperatura, Salinidad y pH) sobre las post-larva del camarón blanco en las dos condiciones experimentales.
2. Evaluar el Crecimiento Acumulado, el Ritmo de Crecimiento y Tasa de Crecimiento del camarón blanco del pacífico *Litopenaeus vannamei* sujetos a dos condiciones experimentales de alimentación.
3. Calcular la Sobrevivencia, Factor de Conversión Alimenticio y Rendimiento Productivo, de los camarones en las dos condiciones experimentales.

3. HIPOTESIS

Ho. La aplicación del biofloc complementario al alimento comercial, tiene un efecto similar sobre el crecimiento de los camarones alimentándose solamente con dieta comercial.

H1. La aplicación del biofloc complementario al alimento comercial, tiene un efecto diferente sobre el crecimiento de los camarones alimentándose solamente con dieta comercial.

4. LITERATURA REVISADA

4.1 Biología de los camarones

Litopenaeus vannamei color blanquecino, cuerpo corto y grueso, rostro corto no sobre pasa el borde anterior del ojo, ancho en su base, posee diente en su borde dorsal y puede o no presentar dientes en su borde ventral. En su etapa de postlarva presenta el hábito de adherirse a las paredes o fondo de recipiente que los contiene.

Taxonomía del Litopenaeus.	
Phylum:	Artropoda
Clase:	Crustácea
SubClase:	Malacostraca
Series:	Eumalacostraca
Super Orden	Eucarida
Orden	Decapoda
SubOrden	Dendobranchiata
InfraOrden	Litopenaeidea
Superfamilia	Litopenaeidea
Familia	Litopenaeidea
Género	Litopenaeus
Especies	Vannamei

(Vargas, 2011)

Ciclo de vida:

El ciclo de vida de los camarones puede ser dividido en dos: la marina y la estuarina. (Vargas, 2011)

Un estuario es un cuerpo de agua costero parcialmente rodeado por tierra con acceso al mar abierto y un gran suministro de agua dulce de ríos el nivel de mar de un estuario aumenta y disminuye con las mareas y la salinidad fluctúa con los ciclos de los mismos, el periodo del año y con las precipitaciones. La salinidad también varía gradualmente dentro del estuario, desde agua dulce fresca en la entrada del río a agua salada oceánica que se puede encontrar en la boca del estuario. Dado que los estuarios experimentan notables variaciones de temperatura, salinidad y otras propiedades físicas, los organismos que viven en los estuarios tienen gran tolerancia a tales variaciones.

La reproducción del camarón comienza en aguas alejadas de la costa, cuando el macho deposita en la hembra un paquete de espermias que fertiliza los huevos a medida que son puestos. Luego los huevos pasan por una serie de estadíos larvales: nauplio, zoea y mysis posteriormente alcanzan el estadío de post-larva que se asemeja a un camarón adulto.

Eclosión del huevo, que dura de 14 a 16 horas después de la fertilización, el estadío larvario siguiente se llama nauplios, existiendo cinco sub-estadíos naupliares y toda su fase dura aproximadamente de 40 a 50 horas, estos tienen una longitud promedio de 0.5 mm y un ancho de 0.2 mm, dependiendo de la temperatura y la calidad del nauplio, poseen un sólo ocelo, y el cuerpo está indiferenciado. En ésta etapa se alimentan de las reservas de vitelo (Vargas, 2011)

El estadío de zoea aparece luego de la quinta metamorfosis de nauplio, esta muda se caracteriza por la diferenciación del cefalotórax con el abdomen y el nado hacia adelante, éste estadío consta de tres sub-estadíos y tiene una duración de 4 a 6 días, dependiendo del manejo y la calidad de la larva. A partir de la primera zoea la larva comienza a absorber alimento del agua, que generalmente consiste en micro-algas Fitoplanctónicas.

Luego del tercer estadio zoea, las larvas mudan pasando al estadio de mysis, en el cual se puede observar el cuerpo encorvado en la región abdominal y nado mediante contracciones abdominales, esta etapa consta de tres sub-estadios con una duración total de 3 días. Las larvas pueden ser alimentadas con Artemia, Rotíferos y nematodos, en los siguientes tres estadios se desarrollarán poco a poco los pleopodos hasta llegar al estadio de post-larva donde estos son totalmente funcionales, en esta etapa la post-larva se asemeja a un camarón en miniatura, además usan los periopodos para agarrarse y arrastrarse.

4.2 Estadios larvales

El estadio larval tiene una duración cercana a las 3 semanas dependiendo de las especies y condiciones ecológicas predominante durante su trayectoria hacia las áreas costeras tendrá tanque ir variando tanto su morfología externa e interna (hepatopáncreas, antenas y anténula) y su fisiología producción enzimática para poder asimilar los diferente tipos de alimento que ingerirá. Las post larvas ingresan en los esteros con una talla aproximadamente de 7mm para ellos necesitan la ayuda de las mareas lo cual le da el impulso para colonizar las zonas estuarina. En este momento el animal ya presenta las características morfológicas externas de un camarón adulto. (Herrera C y Martínez E 2009)

Los estadios del camarón son:

Nauplio: después de 15 a 20 horas de la ovulación ocurre la eclosión de los huevos y la aparición del primer estadio larvario o nauplio. Esto aproximadamente dura 36 horas el animal es de habito planctónico y depende para su alimentación del vitelo del huevo

Protozoa: esta posee un tracto digestivo completo y mantiene el mismo habito pelágico del nauplio, alcanza una longitud de 2.2 mm se alimenta de fitoplancton

Mysis: en esta fase ya presenta una característica de un camarón adulto, presentado de 4 a 5 sub estadios ya se encuentra muy avanzado hacia las zonas costeras, esto tiene una duración de 10 días y tiene un tamaño aproximado de 5mm de longitud alanzando la fase de postlarva.

Postlarva: en esta etapa se desplaza hacia la franja litoral en busca de las lagunas costeras o esteros, que tiene gran importancia en su ciclo vital, ya al fin de este periodo los individuos alcanzaran un tamaño de 7 a 11 mm aproximadamente 14 días después de postlarva.

Cuadro N°1: estadios larvales del camarón *Litopenaeus vannamei*

Estadio	Alimentación principal	Comportamiento
Huevo		Flota, tendencia a depositarse en el fondo
Nauplio	Sus propias reservas	Locomoción por antenas planctónicas
Protozoa	Fitoplancton	Planctónicas, natación por apéndice cefálicos
Mysis	Zooplancton	Planctónicas, natación por apéndice del tórax
Postlarva	Zooplancton y posteriormente alimentación omnívora	Los primeros estadios son planctónicos luego habito bénticos, natación por pleopodos

4.3 Productividad Natural en los Sistemas Acuícolas

Los estanques para producción de camarones son sistemas que están sujetos a mucha variabilidad ambiental sobre la cual tenemos poco o ningún control. Son ecosistemas de monocultivo, y por lo tanto, intrínsecamente inestables y fácilmente perturbables, que para mantenerse en equilibrio necesitan de “subsidijs” como lo son los fertilizantes, la cal, los recambios de agua, y por supuesto, el alimento balanceado (Jory, 2005).

Para propósitos prácticos un estanque de puede ser considerado como un ecosistema más abierto o más cerrado dependiendo de la intervención antropogénica, la cual a su vez depende de la intensidad del sistema. Dentro de la cadena trófica de estos sistemas participan por un lado los elementos de la productividad natural y por otro, el alimento suplementario. La participación de cada uno de estos elementos en la nutrición del camarón, es también variable de acuerdo a la intensidad del cultivo y la forma de manejo.

Productores Primarios

Los principales productores primarios son: las bacterias autótrofas y heterótrofas, el fitoplancton, el fitobentos y las macrofitas. El fitoplancton es en la mayoría de los casos, la comunidad que tiene una aportación más importante en cuanto a biomasa, aunque las bacterias pueden llegar a representar una contribución significativa, cuando son manejadas adecuadamente.

Fitoplancton

El fitoplancton constituye el primer y más importante eslabón de la cadena trófica en la mayoría de los ecosistemas acuáticos y de su abundancia y composición depende una compleja comunidad de otros organismos incluyendo el zooplancton, el zoobentos y el necton. (Jory, 1995)

Se recomienda mantener un florecimiento vigoroso de fitoplancton desde unos días (5 a 10) antes de la siembra de las postlarvas o juveniles y durante el ciclo completo de cultivo. Esto contribuirá eficientemente a mantener una adecuada calidad del agua en los estanques, a través de diferentes mecanismos:

- El incremento en la producción de oxígeno a través de la fotosíntesis.
- Abatimiento de metabolitos y sustancias tóxicas como amonio, nitritos, ácido sulfhídrico, metales pesados y otras.
- Regulación del pH en la columna de agua y sedimento (un asunto muy importante en estanques con suelos ácido sulfatados).
- Prevención del desarrollo de algas filamentosas en el fondo que causan severos problemas de manejo en los estanques.

- Incremento de la turbidez de la columna del agua lo cual minimiza los problemas de predación por aves.
- Aumento del apetito y como consecuencia en el crecimiento y sobrevivencia (Wyban and Sweeney, 1991)

No cualquier tipo de microalga es adecuada en un estanque de cultivo de camarón. Las diatomeas y algunos flagelados son considerados organismos deseables. Sin embargo otras, como algunas especies de cianófitas, son consideradas especies indeseables por diversas causas: algunas son tóxicas para los organismos cultivados, otras dan olores y sabores indeseables a los tejidos de peces o camarones cultivados (Schrader and. Tucker, 2003; Shelby et al, 2004; Schrader et al, 2002.).

4.4 ¿Qué es el biofloc?

Biofloc microbianos (Fig. 1A) se componen de una mezcla heterogénea de microorganismos (formadores de flóculos y bacterias filamentosas), partículas coloides, polímeros orgánicos, cationes y de células muertas (Jorand et al., 1995) y puede llegar a más de 1000 μm de tamaño. Flóculos típicos son irregulares por forma, tienen una amplia distribución de tamaños de partículas, están bien, fácilmente compresible, altamente poroso (hasta más de 99% de porosidad) y están permeable a los fluidos (Chu y Lee, 2004).

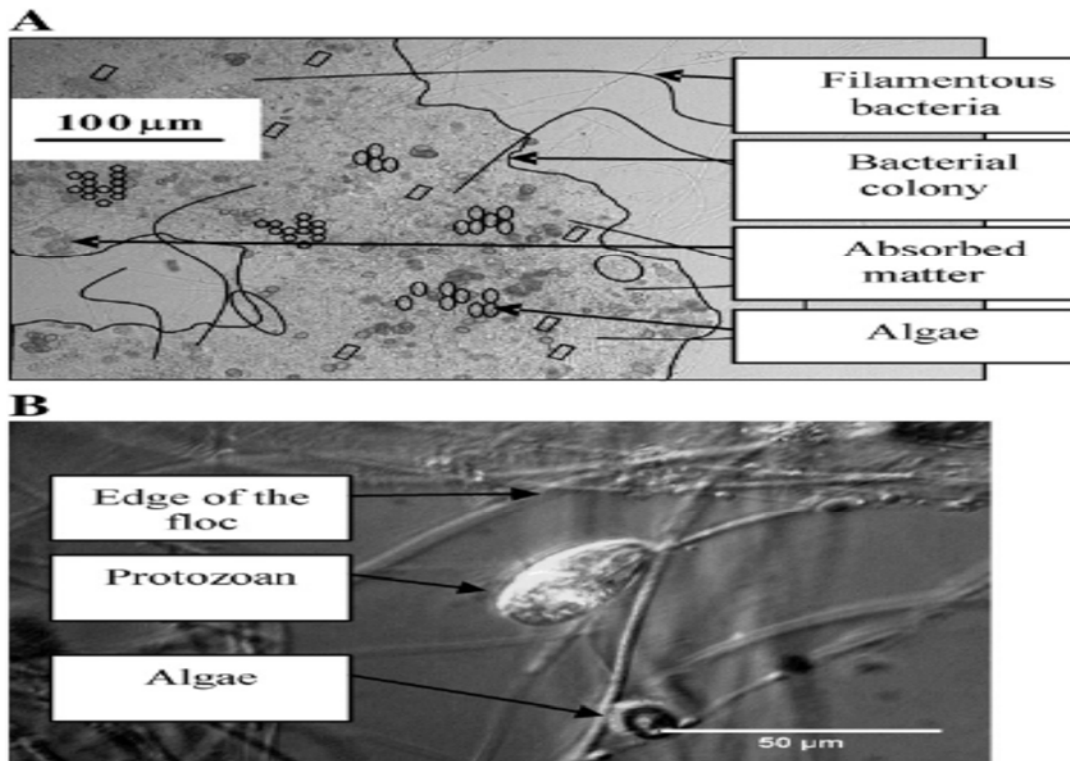


Figura 1. A. Imagen de una estructura de biofloc y su composición; B: protozoario que pastorea en el borde de un biofloc y elimina las células que tienden a dejar el biofloc.

Sólo 2-20% de la fracción orgánica de los biofloc de lodo se cree que son células microbianas que viven mientras que la materia orgánica total puede ser de 60-70% y total de materia inorgánica 30-40% (Wilén et al., 2003).

La densidad de la biomasa microbiana promedio ligeramente por encima de 1.0 g peso húmedo m^{-3} floc agregada, por lo que tienden a hundirse más lentamente ($1-3 m h^{-1}$) (Sears et al, 2006).

4.5 Uso de Biofloc

El uso de sistemas intensivos en la acuicultura se está incrementando debido a que son usados para producir eficientemente biomasa de peces o camarones; sin embargo, una característica intrínseca de estos sistemas es la rápida acumulación de residuos de los alimentos, materia orgánica y compuestos inorgánicos tóxicos (Avnimelech 2007). El uso de los bioflocs se presenta como una alternativa para mitigar los impactos ambientales negativos generados por las descargas de la

acuicultura.

La tecnología de los bioflocs (BFT por sus siglas en inglés) ofrece una solución a los problemas ambientales por la descarga de los productos de desechos en los cuerpos de agua y a la dependencia por la harina y aceite de pescado por parte de la acuicultura (De Schryver et al., 2008). Mientras que Avnimelech (2007) informa sobre la posibilidad de reducir las tasas de alimentación en los sistemas BFT.

Los sistemas de bioflocs, también conocida como “flóculos”, incluyen el co-cultivo de bacterias heterotróficas y algas. El sistema se basa en el conocimiento de los sistemas de tratamiento de aguas servidas y su aplicación en ambiente acuícolas. Según Jorand et al., (1995) los flocs microbianos consisten de una mezcla heterogénea de microorganismos (formadores de floc y bacterias filamentosas), partículas, coloides, polímeros orgánicos, cationes y células muertas. Pueden alcanzar más de 1000 um en tamaño.

De acuerdo con Wilen et al.2003, (citado por De Schryver et al. 2008) solo del 2 al 20% de la fracción orgánica de los flocs están constituidos por células microbianas vivas, mientras que el total de materia orgánica puede ser entre el 60 a 70% y la materia inorgánica del 30 al 40%.

Los bioflocs combinan la remoción de los nutrientes del agua con la producción de biomasa microbiana, que puede ser usada in situ para el cultivo de especies que pueden servir de alimento (De Schryver et al., 2008); se podría decir que la BFT convierte el exceso de nutrientes en los sistemas de acuicultura en biomasa microbiana, que a su vez es consumida por los animales en cultivo (Ekasari et al. 2010). Conocer lo básico de la bio-floculación es esencial para su práctica óptima.

4.6 Sistemas de producción

Los sistemas de cultivo son muy diversos, de dulce agua de mar, y desde el cultivo directamente en el medio hasta instalaciones bajo condiciones totalmente controladas. Los cultivos más habituales corresponden a organismos planctónicos (microalgas y Artemia), macroalgas, moluscos y crustáceos.

La acuicultura es un compendio de diferentes tipos de cultivos, en función de la especie, agua, clima, sistemas de cultivo, etc.

Cultivo Extensivo

Los estanques tienen una superficie de 25 a 50 hectáreas, son mejor construidos con la ayuda de tractores y sus muros alcanzan alturas superiores a 1.5m. Se utiliza equipo de bombeo para mantener el nivel de agua y reponer las pérdidas por evaporación o filtración, manteniendo así las condiciones mínimas de salinidad, oxígeno, etc. Sus rendimientos dependen de la productividad natural del agua, que se mantiene con el uso de fertilizante inorgánico. Su densidad de siembra oscila entre 8 a 10 post larvas/m². Se utiliza alimento balanceado suplementario durante el último mes de cultivo. La post larva se obtiene del medio silvestre y se siembra directamente en los estanques de engorde.

Cultivo semi- intensivo

En este sistema de cultivo se reduce el tamaño de los estanques con superficies desde 5 a 25 hectáreas. Las densidades de siembra varían entre 14 a 20 pls/m² con siembra directa. La dieta se basa en alimento artificial balanceado y la oxigenación se mejora con una tasa de recambio diario de agua que varía entre 10% y 20%. Se han dado algunas variantes a este sistema en búsqueda de solución a la problemática de las enfermedades que afectan al camarón. Los cambios se relacionan con disminuir la tasa de siembra a densidades menores a 10 pls/m², recambios menores o ninguno de agua durante el ciclo y en algunos casos se intenta agregar aireación. (ANÓNIMO 1)

Cultivo Intensivo

Las granjas intensivas comúnmente se ubican fuera de las áreas intermareales, donde los estanques puedan drenarse totalmente, secarse y prepararse antes de cada ciclo; cada vez más se ubican lejos del mar, en tierras más baratas y de baja salinidad. Este sistema de cultivo es común en Asia y en algunas granjas de América Latina que están procurando elevar su productividad. Comúnmente los estanques son de tierra, pero también se utilizan membranas de recubrimiento para reducir la erosión y mejorar la calidad del agua.

En general los estanques son pequeños (0,1–1,0 ha) sean cuadrados o redondos. La profundidad suele ser mayor a 1,5 m. Las densidades varían entre 60 y 300 PL/m². Se requiere una aireación continua de 1 HP/400–600 kg de camarón cosechado, para la oxigenación y circulación del agua. La alimentación se basa en dietas artificiales suministradas 4 a 5 veces diarias. Los factores de conversión alimenticia fluctúan entre 1,4 y 1,8:1 Desde la irrupción de síndromes virales, se ha generalizado el uso de cepas domesticadas libres o resistentes de patógenos específicos (SPF) o (SPR) respectivamente; la implementación de medidas de bioseguridad y sistemas de bajo recambio de agua. Sin embargo la alimentación, la calidad y recambio del agua, aireación y el florecimiento del fitoplancton requieren de un cuidadoso monitoreo y manejo. Los rendimientos de la producción varían entre 7 y 20 000 kg/ha/cosecha, pudiéndose lograr de 2 a 3 cosechas por año, con un máximo de 30 a 35 000 kg/ha/cosecha.

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

Cultivo Híper-intensivo

La investigación desarrollada recientemente en Estados Unidos de Norteamérica se ha enfocado al crecimiento del *Penaeus vannamei* en sistemas de canales de flujo rápido súper-intensivos en invernaderos, sin recambio de agua (salvo el reemplazo de pérdidas por evaporación) o la descarga, utilizando larvas de cepas SPF. Por lo tanto son bioseguros, sustentables, con poco impacto ecológico pudiendo producir camarón de alta calidad con eficiencia costo-beneficio. El cultivo en canales de 282 m² con 300–450 juveniles/m² de entre 0,5 y 2 g para su crecimiento entre 3 y 5 meses, ha logrado obtener producciones de entre 28 000 y 68 000 kg/ha/cosecha a tasas de crecimiento de 1,5 g/semana, tasas de sobrevivencia de 55–91 por ciento, con un peso promedio de entre 16 y 26 g y factores de conversión alimenticia de 1,5–2,6:1. (Boone, 1931).

4.7 Alimento

La alimentación es un factor decisivo para el desarrollo exitoso en cualquier cultivo de organismos acuáticos y pueden representar del 50- 70% del costo total de producción, por lo que un óptimo aprovechamiento de la misma, permitirá elevar la eficiencia y evitar que se conviertan en fuente de contaminación, la que va cobrando elevada relevancia en cuanto a la calidad y cantidad de alimento a adicionar en dependencia de la especie, edad, estado fisiológico y condiciones del cultivo entre otras.

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

Los pelets sólidos para camarón rápidamente se hunden en el agua. Los camarones viven en el fondo del estanque y requieren un pelets que se mantengan en su forma sólida durante varios minutos u horas en el agua. Así el camarón tendrá suficiente tiempo para encontrarlo y comérselo antes de su disolución. (Morales, Solano, 2010).

Consideraciones particulares de los alimentos para camarón

Los alimentos comerciales para camarón contienen entre 30 a 50% de proteína cruda, principalmente de productos de origen marino como son harinas de pescado, camarón y calamar. Estos ingredientes alimenticios tienen un alto valor nutricional y buena palatabilidad; sin embargo, son muy caros y su disponibilidad es variable. Tomando en cuenta el posible incremento en el costo de los productos de origen marino y la incertidumbre de la disponibilidad a mediano plazo, se ha planteado la necesidad de buscar nuevas fuentes alternativas de proteína, convencionales o no convencionales, tanto de origen animal como vegetal que pueden ser empleadas como sustitutos parciales o totales de la harina de pescado.

Sin embargo, la sustitución de la harina de pescado a niveles elevados con fuentes proteicas de origen vegetal no siempre ha dado buenos resultados, debido a tres principales razones: a) la presencia de factores antinutricionales como inhibidores de tripsina, saponinas, hemaglutininas, glucósidos, ácido fítico, etc., que afectan el valor nutricional de los alimentos y reducen su palatabilidad, b) una composición inadecuada de aminoácidos y bajo contenido de metionina y lisina debido a esto, se han realizado varios estudios donde se suplementan los alimentos con los aminoácidos limitantes, en forma cristalina o protegidos contra la lixiviación, y se ha encontrado una mejora en el crecimiento de los organismos, y c) un bajo contenido energético en comparación con la harina de pescado. A pesar de esto, los subproductos de semillas oleaginosas, como la pasta de soya, son las proteínas vegetales más ampliamente utilizadas en la alimentación animal, por su alto contenido de proteína, su amplia disponibilidad y su costo, que generalmente es menor al de la harina de pescado.

El valor nutricional de un alimento no depende solo de su contenido de nutrientes, sino también de la capacidad del animal para digerirlos y absorberlos. En la acuicultura, los estudios de digestibilidad tienen un triple objetivo: mejor

conocimiento de la utilización potencial de los nutrientes, optimización de la calidad de los alimentos para los organismos, y finalmente, disminución de los desechos de origen alimentario, de modo que se pueda preservar la sanidad del ambiente en general y del agua en particular. (Civera, 2010).

Frecuencia de la alimentación

Cuando se inicia la producción de un cultivo del camarón marino *Litopenaeus vannamei*, una de las más importantes decisiones a tomar inicialmente, es la de encontrar la mejor frecuencia de alimentación (cantidad de dosis de alimentación por día) para obtener un óptimo crecimiento. La realidad es que existen variables que afectan la efectividad de la frecuencia de alimentación. Las bandejas de alimentación o comederos son la mejor herramienta para medir el consumo del alimento y manejar lo mejor posible la frecuencia de alimentación.

El tiempo de evacuación del sistema digestivo dura aproximadamente 3 horas (incluso puede ser menos para camarones pequeños). En una primera ración el camarón consumirá lo suficiente hasta que su estómago esté lleno; después de 30 minutos a una hora, éstos podrán volver a comer por segunda vez, pero una menor cantidad, debido a que su apetito ha sido saciado la primera vez y su estómago aún conserva alimento en plena digestión. Es por eso que es importante calcular una ración que sea consumida totalmente antes de las tres horas y así evitar la sobrealimentación. El gran problema de la sobrealimentación es que conforme pasa el tiempo, la calidad del alimento en el agua se va deteriorando debido a que los nutrientes esenciales tales como las vitaminas, ciertas proteínas y carbohidratos se pierden por el proceso de lixiviación aprovechándose deficientemente la fórmula del alimento balanceado si este es consumido después de las tres horas. Por otro lado, si pasan muchas horas sin que el alimento sea consumido, empezara el proceso de descomposición y deterioro del fondo del estanque comprometiendo la salud del camarón (Ching C y Sánchez D, 2004).

Distribución del alimento

La frecuencia de distribución del alimento es importante. Una misma cantidad de alimento será mejor consumida si se distribuye varias veces en lugar de una sola vez.

Por otro lado el alimento será mejor consumido por los camarones durante su período de mayor actividad.

La uniformidad de la distribución del alimento sobre toda la superficie del estanque contribuye a su mejor consume por los camarones y evita la acumulación del alimento en ciertos puntos.

Para asegurar una distribución homogénea, cuando se efectúa desde una canoa hace falta distribuirlos con un recipiente pequeño y seguir una trayectoria diferente todos los días. Queremos recordar la posibilidad de regalar el alimento por avión, lo cual según los pioneros permiten una mejor repartición y disponibilidad del alimento para los camarones (ANONIMO 1).

Administración del alimento

Es esencial comprender algunos de los principios básicos e relación al camarón y los estanques para el manejo del alimento. Los siguientes principios presentan algunos de los más importantes, con respecto al logro de un mejor FCA.

1. El camarón consume diferentes cantidades de alimento en relación con su peso y etapa de desarrollo.
2. El camarón crece a través del proceso de muda.
3. El grado de supervivencia en el estanque influye en el nivel de consumo de alimento.
4. La cantidad de alimento distribuida en el estanque debe ser controlado y ajustado constantemente.
5. Las condiciones ambientales del estanque y salud del camarón, influyen en el consumo de alimento.

El camarón se alimenta más rigurosamente durante las horas nocturnas. Si hay alimento disponible, el camarón puede tardar hasta treinta minutos en llenar su estómago y el alimento pasara por todo el sistema digestivo del camarón dentro de las dos próximas horas (Salinas, 2009).

La selección, formulación y manejo de los ingredientes, no solo es importante en cuanto a sus aportes nutricionales, sino que son la base para mantener la calidad del alimento por mejor selección de parámetros nutricionales de los ingredientes. (Morales, Solano, 2010).

4.8 Fuentes nutricionales del alimento

En general las dietas disponibles comercialmente para la acuicultura contienen fuentes de proteínas y lípidos de origen animal y vegetal y carbohidratos, a las que les suplementa con vitaminas, minerales, preservantes, atrayentes y colorantes entre otros, sin el embargo el incremento en precio de los alimentos exige la selección y evaluación de las mismas, para proporcionar característica deseables al producto, tales como que sean nutricionalmente efectivos, buena estabilidad en el agua, atractabilidad y palatabilidad, que permitan tallas de buen valor comercial y mayores rendimientos, para hacer más rentable el cultivo de la especie, siendo éste el objetivo final.

La fuente de nutrientes pueden variar, pero ciertos nutrientes son requeridos por todos los animales en crecimiento, y son conocidos como nutrientes esenciales o indispensables. Un nutriente esencial es aquel que no puede ser sintetizado a nivel requerido, para un mejor crecimiento o mantenimiento.

Proteínas

La proteína es usualmente el nutriente más costoso y el rango de contenido proteico (referido como proteína cruda) en los alimentos va desde 18% hasta 45%. Y están consideradas como los constituyentes más importantes en cualquier célula viviente y representa el grupo químico más abundantes en el cuerpo de los animales, con excepción del agua. Las proteínas son componentes esenciales

tanto como del núcleo celular como del protoplasma celular y por lo tanto constituye el grueso de tejido muscular, órganos internos, cerebro, nervios y piel (Hernández, 2010).

Las fuentes de proteína más usadas en alimentos para camarón son harina de pescado y de soja, que contienen proteína razonablemente bien digerida (alrededor de 80%) por el camarón, pero no todas las fuentes tienen la misma calidad o digestibilidad. Por ejemplo, la harina de pescado puede estar en un rango de proteína entre 58% y 68% (en materia seca). Por esta razón, los camaroneros deben tener cuidado de la calidad de la proteína usada en los alimentos.

Ofrecer al camarón un alimento que contiene 30% de proteína, no implica que su consumo equivalga a satisfacer el requerimiento en el 100%. Por ello, los niveles de "requerimiento" de proteína determinado bajo condiciones controladas con alimentos conteniendo altos niveles de atractabilidad pueden no ser traducido a crecimiento similar bajo las condiciones prácticas del estanque.

La estimación del "requerimiento" de proteína del camarón requiere de conocer el contenido de proteína en el alimento, su digestibilidad en términos de aminoácidos esenciales y la tasa de consumo promedio bajo las distintas condiciones ambientales (Sánchez E, 2006).

El proceso anabólico de las proteínas, encuadrado como el primero y más importante acto nutricional asociado con el crecimiento del camarón, que se inicia con el ataque enzimático de las proteasas, es más eficiente en un sustrato pre-digerido en razón de que los aminoácidos están más disponibles para la acción enzimática (Achupallas J, 2000).

Carbohidratos

La fuente de energía más adecuada para alimento de camarón son los ingredientes con alta cantidad de carbohidratos, típicamente granos. Los azúcares

altamente digeribles (ej. monosacáridos tales como glucosa) no son tan idóneos como fuentes de energía/carbohidratos, debido a los costos (ej. almidón de trigo) o asimilación reducida/anormal. La fuente de carbohidrato más adecuada para camarón son los derivados de bajo costo, ingredientes prácticos (ej. harina de trigo, harina de calidad media, salvado de arroz, etc.).

La digestibilidad de los carbohidratos puede ser incrementada durante el proceso de elaboración del alimento. El contenido de energía digerible de alimentos extruidos (alta temperatura) puede ser mayor que los peletizados (temperatura menor). Además, ciertas fuentes de carbohidratos como harina de trigo pueden promover la hidroestabilidad del pelet y, como tal, servir como aglutinantes naturales. La extrusión de carbohidratos a altas temperaturas típicamente reduce la dependencia de aglutinantes costosos y como resultado, permite la reducción general del costo de los ingredientes en el alimento (ANONIMO 1).

Lípidos

Los lípidos son componentes de la dieta de los camarones ya que son fuente de energía altamente concentrada y altamente digerible, abastecedores de ácidos grasos esenciales, son constituyentes estructurales que confieren a las membranas con sus propiedades de fluidez, sirven como vehículo para la absorción de vitaminas liposolubles (A, D, E, K), sirven como precursor de los reguladores metabólicos tales como prostaglandinas, tromboxanos y prostaciclina; precursores de hormonas que promueven maduración, muda y crecimiento y contribuyen con la palatabilidad y atractabilidad de los alimentos; además, minimiza la producción de finos cuando se utiliza para revestir exteriormente el pellet. Aunque los lípidos dietarios son nutricionalmente importantes, el nivel y tipo de lípido usado en los alimentos para camarones También son dictados por su costo, restricciones de los procedimientos de elaboración y calidad del producto. Los niveles de lípidos de los alimentos comerciales para camarones oscilan desde el 5-8% de la dieta y generalmente recaen sobre lípidos de alta calidad marina para proveer ácidos grasos esenciales

(ácido linoleíco y ácido linolénico, los cuales constituyen parte de los requerimientos dietarios de los camarones para promover su crecimiento) (Talavera et al. 1997).

Minerales

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

4.9 Calidad del agua

Calidad de Agua en acuicultura puede definirse como la conveniencia del agua para el desarrollo de un cultivo acuícola. La calidad del agua incluye todos los parámetros físicos, químicos y biológicos que caracterizan un cuerpo de agua. Todas las especies cultivables requieren de normas de calidad de agua para asegurar su supervivencia, crecimiento o maduración sexual (Herrera, 2012).

La determinación de la calidad del agua depende del uso que se le va a dar, el propósito fundamental del manejo de la calidad del agua de cualquier sistema de acuicultura es regular y mantener las condiciones óptimas para la sobrevivencia y el crecimiento de los organismos, y a la vez para la especie en el cultivo.

El fitoplancton también juega un papel importante que regular los parámetros de calidad de agua. Las algas son biofiltradoras naturales y removedores efectivos de

desperdicios nitrogenados solubles como el amonio. El fitoplancton y los sólidos suspendidos sombrean la columna de agua creando un ambiente más favorable para los camarones, a los que generalmente no les gusta la luz fuerte. La forma más económica de airear u oxigenar el agua del estanque es através de la fotosíntesis generada por las algas (Largaespada, 2011).

A pesar de que el agua de los estanques de camarón no tiene altas concentraciones de contaminantes y generalmente posee índices aceptables en el pH y en las concentraciones de oxígeno, la variable que parece ser más problemática en cuanto a la calidad del agua en los afluentes es la cantidad de partículas sólidas en suspensión. El total de sólidos suspendidos descargados tiende a ser algo más alto, especialmente en el último 20 a 25% del agua liberada cuando los estanques son vaciados para la cosecha (Boyd, 1998).

4.10 Factores Físico Químicos

Oxígeno disuelto (OD):

La concentración de oxígeno disuelto en agua se expresa en mg/L. El oxígeno disuelto es el gas más abundante en el agua después del nitrógeno, pero es a la vez indispensable. Cuando el oxígeno disuelto se encuentra muy bajo los organismos se estresan y pueden morir.

El oxígeno es la variable más crítica en el cultivo del camarón, La pérdida de oxígeno ocurre principalmente por la respiración de todos los organismos aeróbicos del estanque y la producción se hace por las algas en el momento de la fotosíntesis. Rangos a mantener entre los 3mg/L a 8mg/L. (Herrera, 2012).

Se cuantifica dos veces al día en la mañana y al atardecer. En los estanques este elemento proviene de recambio de agua, la fotosíntesis y en menor grado del que se disuelve en la superficie del estanque que proviene de la atmosfera.

En la cría de camarones se trata de mantener la concentración del oxígeno superior a 3 mg/L por debajo de este rango el metabolismo del camarón baja, con consecuencias negativas en la sobrevivencia y crecimiento. La pérdida de oxígeno

ocurre principalmente por la respiración de todos los organismos aeróbicos del estanque (Herrera y Martínez, 2009)

La solubilidad de los gases en el agua disminuye con el incremento de la salinidad. Aproximadamente el 20 % del volumen y presión de los gases en el aire es el oxígeno. Cuando el agua está en contacto con la atmósfera, el oxígeno del aire entra en el agua hasta que las presiones del oxígeno del aire y del agua se igualan. Esto se conoce como equilibrio de saturación.

Los sistemas de acuicultura poseen cuatro fuentes principales de oxígeno:

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

El oxígeno puede ser perdido o consumido por:

- A. La respiración biológica (camarones, peces, agua, lodo) (5%)
- B. Respiración del sedimento (Oxidación química) (50 - 55%)
- C. Respiración por fitoplancton (40 - 45 %)
- D. Difusión atmosférica
- E. Efluentes (Boyd, 1992)

El oxígeno es un elemento clave de la química orgánica, al forma 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.

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), los intervalos óptimos de oxígeno disuelto, para el cultivo de camarón son de 6-8 mg/L, (Herrera. y Martínez. 2009).

Cantidad de oxígeno disuelto

Las menores concentraciones de oxígeno se observan durante la madrugada y las mayores a última hora del día. Se consideran rangos normales de concentración entre 4 y 9 mg/L, Se debe evitar no solo una baja concentración, sino valores superiores a 10 mg/L, ya que esto indicaría una excesiva concentración de fitoplancton que puede producir una depleción notable de oxígeno durante la noche. Se debe puntualizar que en los estanques el oxígeno tiende a estratificarse, es decir, hay generalmente una mayor concentración en las capas superiores del agua, que en el fondo; dado que los camarones viven allí, es necesario realizar una homogenización de la columna de agua para tener una correcta aireación. Entre los elementos que pueden utilizarse se encuentran los agitadores a paleta "Paddle wheel" que pueden ser movidos por motores a nafta o con energía eólica; en zonas donde hay corriente eléctrica se pueden utilizar flotador(Herrera y Martínez. 2009).

Niveles críticos de oxígeno disuelto, para el cultivo de camarón	
0 - 1.3 mg/L	Letal
1.3 - 1.7 mg/L	Letal con exposición prolongada
1.7 - 3.0 mg/L	Pobre conversión de alimento, crecimiento lento, disminución de resistencia a enfermedades si la exposición es continua.

(Herrera y Martínez, 2009)

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. ([http:Wikipedia](http://Wikipedia)).

Cuando se evalúa la temperatura de una sustancia se está midiendo la cantidad de energía que contiene el agua. Los camarones tropicales o de lugares cálidos, se desarrollan mejor en agua con una temperatura entre 25-32°C, (Meyer D, 2004), debajo de 23°C su desarrollo es lento o retardado, debido a un descenso en su tasa metabólica. Cuando la temperatura del agua sobrepasa los 32°C, los camarones tendrán metabolismos muy acelerados. Aunque su crecimiento puede ser muy rápido, el agua caliente no tiene mucha capacidad de mantener oxígeno en solución.

En días muy calientes el agua superficial de los estanques, puede alcanzar temperaturas por 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, 2004)

La temperatura tiene un efecto muy grande sobre los procesos químicos y biológicos. En general, cuando la T °C sube de 10°C provoca una elevación de 2 a 3 veces de los procesos químicos y biológicos, así el camarón va a consumir 2 a 3 veces más oxígeno, Entonces la necesidad de oxígeno disuelto del camarón y de los demás organismos aeróbicos del estanque es mucho más crítica en agua caliente, que en agua más fría. En agua caliente los fertilizantes se disuelven más rápido, los pesticidas tienen una acción más rápida, etc.

En un estanque el calor debido al sol, permite que el agua de la superficie se caliente más que el agua del fondo, porque la densidad del agua baja cuando la temperatura del agua sube, el agua de la superficie puede ser tan liviana que no se mezcla con el agua más pesada y fría del fondo.

La separación del volumen de agua en dos capas se llama Estratificación Termal; la capa caliente superior lleva el nombre de Epilimnio y la capa fría inferior Hipolimnium, la fina separación donde la temperatura cambia rápidamente, entre el Epilimnio y el Hipolimnio, se llama Termoclina. Es probable que en los estanques que tenemos en las camaroneras de 1 metro promedio de profundidad, ocurra una estratificación termal. Sin embargo, esta estratificación, debido a la poca profundidad de los estanques y al viento fuerte que mueve la superficie del agua, no debe ser muy estable. Además, la temperatura alta del agua de la superficie se enfría de noche lo que aumenta su peso, y baja para mezclarse con el agua del fondo.

Tabla N° 2. Principios generales del manejo de Temperatura

1	Temperatura alta 35°C	Aumentar el intercambio de agua, porque la temperatura del canal debe de ser más baja, aumentar el nivel
2	Temperatura baja 25°C	Bajar el nivel del agua para aprovechar el calentamiento del agua por el sol
3	Estratificación	Trata de romper la estratificación moviendo el agua con la ayuda de un aereador de superficie, tratar de girar el agua con un motor

(Herrera y Martínez, 2009)

La temperatura del agua afecta el desarrollo y crecimiento del camarón; aumentando el metabolismo al aumentar la temperatura del agua e influenciar sobre una serie de procesos biológicos. Cada especie de camarón tiene capacidad para resistir un rango específico de temperatura y dentro de este mismo rango tiene una temperatura óptima para su crecimiento y reproducción. Estos

rangos óptimos pueden cambiar a medida que crecen los camarones. En general la temperatura por encima de 25 °C es considerada adecuada para su cultivo. Sin embargo, si la temperatura cae por debajo de 25 °C o sube por encima de 30°C, la temperatura es estresante para el camarón, afectando el consumo de alimento en 30 a 50% ya sea disminuyendo o aumentando, respectivamente; y en estas circunstancias tampoco es aprovechado el alimento eficientemente en el crecimiento en peso (para convertirlo en músculo) y afecta el factor de conversión.

Salinidad

La salinidad es la concentración total de iones disueltos en el agua. Es importante como factor que influye en el bienestar del cultivo acuático y en el ritmo de crecimiento y tasa de mortalidad de los camarones. El agua de mar contiene aproximadamente 35 a 36 ppm de salinidad. La concentración de sales en el agua de un estanque puede variar por el efecto de la evaporación (aumentando la concentración de sal). El intervalo óptimo de salinidad en un estanque debe de ser 15-27 ppm. (Meyer, 2004).

La salinidad del agua de mar es de 35 ppm sin embargo, la salinidad encontrada en los estanques de cría puede variar mucho, sea subir con la evaporación o bajar con la lluvia (Herrera y Martínez, 2009).

La salinidad es la cantidad total de materia sólida disuelta en un Kg. de agua de mar, cuando todo el carbonato se ha convertido en óxido, todo el bromo y yodo en cloro, y la materia orgánica está completamente oxidada. Esta cantidad de materia sólida es expresada en gramos (G).Y la salinidad se mide en G/Kg. ‰ (ppm). En los estuarios y lagunas costeras la salinidad fluctúa ampliamente en función de las oscilaciones de las mareas y de los aportes de agua dulce, variable al caudal de los ríos.

Los intervalos de tolerancia de la salinidad para los camarones es muy amplia y pueden sobrevivir de 0 ppm hasta 50 ppm, los organismos que soportan amplias fluctuaciones de salinidad se conocen como eurihalinos, sin embargo, el intervalo

de crecimiento óptimo es de un promedio de 15 a 25 ppm(Herrera y Martínez, 2009).

Por otro lado, si el camarón puede vivir en agua con salinidades muy diferentes, él no puede soportar un cambio muy brusco de salinidad dentro del rango de 0 a 70 ppm. 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.

Factores que afectan la salinidad en los estanques y su control

1. La salinidad está influenciada por la cantidad de lluvias que caen en las diferentes épocas del año y la evaporación, por lo que el mantenimiento de una salinidad adecuada va a depender básicamente de la efectividad del recambio diario de agua de fondo en los estanques durante la estación seca y recambios diarios de agua superficiales durante la estación lluviosa.
2. En los meses secos, son muy frecuentes las altas salinidades, lo cual puede incidir en un lento crecimiento de los camarones, si con los recambios no se mantienen las salinidades adecuadas, otra alternativa es el aumento del mismo hasta en un 40% de agua por bombeo, utilizando si es necesario las dos mareas (día y noche), con la finalidad de mantener la salinidad en rangos óptimos.
3. Durante la estación lluviosa al presentarse varios días de lluvias intensas, se recomienda hacer recambios de aguas superficiales, ya que una baja drástica en la salinidad, puede provocar afloramientos de algas, sobre todo del tipo cianófitas, las cuales son nocivas para el camarón. La alta concentración de fitoplancton a su vez provoca un autosombreo que no deja pasar adecuada cantidad de luz solar, disminuyendo la actividad fotosintética, en las aguas inferiores de los estanques.
4. Las grandes cantidades de algas puede llevar a un bajo nivel de oxígeno disuelto en las horas de la madrugada, cuando la actividad fotosintética se mantienen nula, en estos casos se recomienda suspender la alimentación y renovar la mayor cantidad de agua, con el fin de restablecer los niveles de

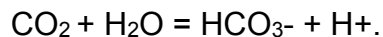
oxígeno, mejorando la lectura del disco de Secchi, lo cual indica que el problema por exceso de algas ha sido superado (Santamaría and García, 1991).

pH (Potencial de Hidrogeno)

pH Se define como el logaritmo negativo de la concentración de iones de hidrógeno (H⁺): $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$.

El pH indica cuán ácida o básica es el agua. De una manera más práctica, el agua con un pH de 7 no se considera ni ácida ni básica sino neutra. Cuando el pH es inferior a 7 el agua es ácida, y cuando el pH es superior a 7 el agua es básica. La escala de pH es de 0 a 14, mientras más lejano sea el pH de 7 el agua es más ácida o más básica.

Los estanques de agua salobre generalmente tienen un pH de 7 u 8 por la mañana, pero en la tarde generalmente suben a 8 ó 9. La fluctuación diaria del pH en los estanques resulta de los cambios en la fotosíntesis del fitoplancton y otras plantas acuáticas. El dióxido de carbono es ácido tal como se muestra en la siguiente ecuación:



El estudio realizado en estanques de concreto en el Laboratorio de Investigaciones Marinas y Acuícolas (LIMA) (Martínez 2012), obtuvo datos que especifican que el valor óptimo de pH para que el camarón *Litopenaeus vannamei* crezcan mejor está entre 6.5 a 9 (Martínez, 2012)

Si la concentración de dióxido de carbono crece, la de iones de hidrógeno aumenta y el pH disminuye y, al contrario, si disminuye la concentración de dióxido de carbono, la de iones de hidrógeno cae y el pH aumenta. Durante el día el fitoplancton consume dióxido de carbono y el pH del agua aumenta. Por la noche, el fitoplancton no utiliza el dióxido de carbono, pero todos los organismos del estanque sueltan dióxido de carbono durante la respiración y a medida que se acumula el dióxido de carbono el pH baja. (Boyd, and Trucker1998).

La fluctuación diaria no siempre es tan grande como se muestra, pero cuando el fitoplancton es abundante puede existir una gran fluctuación en el pH. A diferencia

de los estanques con menor alcalinidad total, los estanques con alcalinidad total alta o moderada generalmente presentan un pH alto durante la mañana. Cuando abunda el fitoplancton, el pH aumenta durante el mediodía más en estanques con baja alcalinidad, que en los de mayor alcalinidad, por el efecto de amortiguación aportado por la alcalinidad alta.

Tabla N°3. Efecto del pH sobre los organismos de cultivo

Valores de pH	Efecto
4	Punto de acidez letal
4-5	No reproducción
4-7	Crecimiento lento
7- 8.5	Mejor crecimiento
9-11	Crecimiento lento
11	Punto letal de alcalinidad

(Boyd, and Trucker1998).

Cuando el pH del agua es muy bajo, se puede aplicar cal en el estanque para mejorarlo. Un pH bajo es más común que uno alto, ya que no hay procedimientos confiables para reducirlo. Usualmente las bajas en el crecimiento, reproducción, o sobrevivencia que resultan de la baja acidez en los estanques no provienen de un pH bajo, sino de los efectos de la baja alcalinidad y de los lodos ácidos sobre la producción de plancton y organismos bénticos. En algunas áreas, el suelo contiene del 1 a 5% de sulfuros en forma de pirita de hierro, estos son suelos potencialmente ácidos por sulfatos. En estanques hechos con este material si la pirita entra en contacto con el aire en los bordes, la pirita se oxida y forma ácido sulfúrico, el cual puede causar un pH muy bajo en el estanque. (Boyd and Trucker, 1998)

Solubilidad de nutrientes y pH

El pH desempeña un papel fundamental en la disponibilidad de nutrientes como el fósforo que es importante para el fitoplancton. Aun pH de 6.5, el fósforo se encuentra en solución, libre y ampliamente disponible para ser fijado por las microalgas y otras plantas acuáticas. Otros nutrientes como hierro, cobre, manganeso, zinc, se torna solubles a pH con valores intermedios. (Boyd, and Trucker 1998)

Relación del pH con los organismos acuáticos

El pH actúa directamente en los procesos de permeabilidad de la membrana celular, actuando sobre el transporte iónico intra y extracelular, el tejido branquial es el principal afectado por la acidez del medio. Cuando los organismos son expuestos a bajos niveles de pH, la cantidad de mucus de la superficie branquial aumenta, lo cual interfiere en el intercambio gaseoso e iónico que se realiza a través de las branquias. Por tanto un daño a nivel del balance ácido-básico sanguíneo, resulta en estrés respiratorio.

El pH del agua del estanque depende de la concentración en O_2 y de los demás elementos ácidos. La fotosíntesis con un consumo de CO_2 conduce a un aumento del pH y la producción de CO_2 con la respiración conduce a una baja del pH. Agua con pH de 7,5 hasta 8.5 es considerada como buena para el cultivo de camarones. Si el pH es inferior a 5 todo el tiempo, generalmente el agua contiene ácido sulfúrico de la oxidación del sedimento con sulfides. Hay que hacer un tratamiento del suelo con cal. (Boyd, and Trucker1998).

Tabla N° 4. Manejo del pH

1	pH alto	Hay demasiadas algas, no fertilizar y aumentar la renovación
2	pH bajo	No hay suficientes algas, encalar y luego fertilizar

(Boyd, and Gross1998)

Acidez del agua

El dióxido de carbono no combinado, los ácidos orgánicos como los tánicos y húmicos, los ácidos minerales (sulfúrico y nitrito), sales de fuerte acidez y bases débiles son generalmente responsables de la acidez de las aguas naturales.

Las aguas que no tiene alcalinidad y con pH inferior a 4.5, el CO₂ que puede estar presente no tornará más ácida esta agua, pero en presencia de ácidos orgánicos o minerales, el pH podrá caer a menos de 4.5

Las sustancias buffer son aquellas que ofrecen resistencias a los cambios de pH cuando son ácidos o bases y son incorporados al sistema. Si el CO₂ es colocado en una solución que contiene pocos carbonatos o bicarbonatos, el pH de la solución disminuirá (se tornará ácido). Esto ocurre naturalmente por el proceso de respiración de los organismos y la adición desde la atmósfera por difusión. Al contrario de esto, si el CO₂ es removido del agua el pH aumenta (se torna más alcalino). (Boyd, and Trucker 1998)

En la literatura científica se menciona que el rango óptimo de pH para el cultivo de camarón es de 7.5 en la mañana y 8.5 en la tarde. El porqué de esta afirmación casi nunca ha sido explicadocómo se hace a continuación:

1. Los iones más temidos en el cultivo son el amonio no ionizado (NH₃) y el ácido sulfhídrico (H₂S)

2. Para mudar el camarón tiene que bajar el pH de su cuerpo para lograr disolver las sales pegadas a su caparazón y así puedan ser reabsorbidas por el nuevo caparazón. Si el pH es alto el camarón no puede mudar.

Tabla Nº 5. Efecto del pH sobre el camarón.

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

(Boyd, and Gross1998)

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

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

4.11 Estudios Biológicos

Crecimiento y Desarrollo

El crecimiento y desarrollo de los animales se manifiesta como un aumento coordinado de las partes del organismo a intervalos definidos de tiempo, en forma característica para cada especie.

Esta definición considera que el grado de crecimiento y desarrollo definidos para la edad adulta de cada especie, está sujeto a la herencia, variabilidad individual y nutrición e implica que debe producirse un crecimiento y desarrollo completo y coordinado de todas y cada una de sus partes, fenómenos que requieren un gran número de procesos.

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

En los crustáceos y especialmente en decápodos el crecimiento en longitud está íntimamente relacionado con la muda. Sin embargo cuando hablamos del crecimiento en peso esto no es igual. El peso incrementa según el balance ambiental y fisiológico de los organismos, si este es positivo el animal crece cada vez que su metabolismo garantiza acumulación de materia orgánica en forma de cuerpo.

El crecimiento en estos artrópodos se vincula directamente al proceso de muda, ya que durante el ciclo de vida hay una sucesión de mudas (o ecdisis) separadas por intermudas, que son más frecuentes en las primeras etapas de la vida del animal y disminuyen o están totalmente ausentes en los adultos. En cada muda el viejo exoesqueleto es eliminado y tiene lugar un súbito incremento de tamaño como resultado de la absorción de agua, que ocurre antes de que el nuevo tegumento se endurezca por incorporación de sales de calcio que se concentran en la hemolinfa, y en algunas especies en los gastrolitos, glándulas digestivas u otros depósitos, durante el período de muda. Luego de ello, las dimensiones del animal permanecen aproximadamente constantes hasta la próxima muda. (Martínez, 2012).

Crecimiento acumulado

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

Tanto crecimiento como desarrollo son resultantes de una serie de cambios anatómicos y fisiológicos complejos que ocurren en el organismo animal, y a

través de los cuales se opera la transformación de una única célula en un animal adulto típico de la especie.

Este proceso de transformación incluye una multiplicación de las células (hiperplasia), diferenciación, aumento del tamaño (hipertrofia) y formación de órganos y tejidos. (Martínez, 2012).

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

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

Crecimiento es el aumento de peso experimentado por los animales desde el nacimiento hasta su estabilización en la edad adulta, y por desarrollo las modificaciones que experimentan las proporciones, conformación, composición química corporal y funciones fisiológicas del animal a medida que avanza la edad. Aunque ambos fenómenos pueden producirse simultáneamente, es posible que un individuo se desarrolle (aumente su largo y alto) sin experimentar alteraciones en su peso (crecimiento) o un individuo adulto (que ha terminado su desarrollo) aumente su peso por engorde (crecimiento).

Es el incremento en el peso (aumento de masa) producto de una división celular (hiperplasia), incremento de tamaño de las células (hipertrofia) o incorporación de material externo.

Cuando se consideran las diferentes partes o tejidos de un organismo, no crecen todas con la misma intensidad y ritmo, lo que origina un crecimiento diferencial. Por lo tanto, otro concepto íntimamente ligado al de crecimiento es el de crecimiento relativo o alométrico. El principio de la alometría es que los cambios morfogenéticos que se producen en un animal en crecimiento tienen lugar, principalmente, por crecimiento relativo o sea, por el crecimiento que se produce en las distintas partes del organismo animal como un todo.

El crecimiento acumulado de los camarones en los primeros 30 días de desarrollo en estanques de engorde, quiere decir, de PL₁₂ a PL₄₂ que podría significar la etapa fenológica de postlarvas del camarón *Litopenaeus vannamei*, es de 2 gramos en condiciones normales. Esta normalidad se refiere a la alimentación adecuada con dietas concentradas en peletizado, una productividad natural que implique más de 80 mil células por mililitro de fitoplancton y calidad de agua con pH mayor a 7,0, Oxígeno Disuelto mayor de 3,0 mg/L, Salinidad entre 15 a 33 o/ooS y temperaturas entre 28 a 33°C. (Martínez, 2013).

El crecimiento acumulado de las postlarvas observadas en un experimento con 100 y 150 pls/m² fue la siguiente: Las postlarvas recibidas registraron un peso inicial de 0,08 gramos. Al final de los 30 días en la condición de 100pls/m² alcanzó un peso de 1,42 gramos, mientras que en la condición de 150 pls/m² alcanzó 1,17 gramos. Este crecimiento se dio en condiciones controladas de laboratorio, en aguas claras.

En condiciones de granja camaroneras con estanques rústicos, las postlarvas de camarones crecen a razón de 2 gramos en los primeros 30 días de cultivo, en aguas verdes. Esta evidencia puede ser constatada por los camaroneros del Estero Real de Nicaragua. En algunos casos puede llegar a crecer hasta 3 gramos en 30 días. Las postlarvas llegan a los estanques de engorde como PL₁₂.

El rendimiento encontrado en este trabajo es considerado aceptable, debido a que las condiciones donde crecieron las postlarvas experimentales fue en aguas claras. (Martínez, 2013).

Ritmos de Crecimiento

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

En la etapa de postlarva los ritmos de crecimiento de los camarones son menores de 1 gramo, sin embargo, el crecimiento proporcional al peso de su cuerpo es excepcional, hay días que crece hasta cinco veces su peso.

Tasa de crecimiento

La tasa de crecimiento de estas postlarvas son altas comparadas con camarones que tienen más de 25 semanas en crecimiento, es decir que la curva de tasa de crecimiento baja con el tiempo. Esto es demostrado en términos sencillos diciendo que la velocidad con que crecen las postlarvas son mayores que las que crecen los juveniles y estos a su vez son mayores a las que crecen los pre adultos.

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

Población

Una población es un conjunto de organismos o individuos de la misma especie que coexisten en un mismo espacio y tiempo, y que comparten ciertas propiedades biológicas, las cuales producen una alta cohesión reproductiva y ecológica del grupo. La cohesión reproductiva implica el intercambio de material genético entre los individuos. La cohesión ecológica se refiere a la presencia de interacciones entre ellos, resultantes de poseer requerimientos similares para la supervivencia y la reproducción, al ocupar un espacio generalmente heterogéneo encuntoaladisponibilidad de recursos.

En biología, un sentido especial de la *población*, empleado en genética y evolución, es para llamar a un grupo reproductivo cuyos individuos se cruzan únicamente entre sí, aunque biológicamente les fuera posible reproducirse también con todos los demás miembros de la especie o subespecie. Las principales causas por las que resultan delimitadas las poblaciones son el aislamiento físico y las diferencias del comportamiento. (Wikipedia, 2013).

Biomasa

Los muestreos de crecimiento y población deberán realizarse con dos objetivos fundamentales. Uno para determinar el peso promedio de la población y densidad. Los muestreos de peso pueden hacerse en cualquier día de una luna a otra solamente debe saberse de que una semana después de cada luna se incrementa la muda de los camarones en los estanques. Es por ello, que los muestreos de población solamente deben hacerse entre el día de la luna y 4 días después (lo que llamamos de la 4ta a la 7ma repunta). Después de este período los camarones tienen un comportamiento de agregarse, es decir, que se amontonan y andan agrupados en los estanques hasta la primera repunta. (Herrera, 2012)

Una vez realizado el muestreo de población sabiendo su peso promedio de los organismos, la biomasa no es más que la multiplicación del peso promedio por la cantidad de organismos que hay en el estanque; esto se puede expresar en libras o kilogramos por hectáreas.

4.12. El estudio de crecimiento en talla y peso

Es para estudiar el crecimiento de la población de camarones en los estanques sembrados, debe de empezar tres semanas después de haber sembrado. Una vez que empiecen los muestreos de crecimiento, estos deben de ser continuados semanalmente. Para obtener las muestras la lancha debe de desplazarse por todas partes del estanque. Cada aparte del estanque debe de ser representada en el muestreo, se debe de hacer los suficientes lanzamientos de la atarraya, hasta obtener 100 camarones como muestra. La muestra debe de ser pesada en una balanza gramera y medidos en centímetros, de la base del ojo hasta le punta del telson. De esto es necesario sacar una relación peso – longitud, para conocer el comportamiento biométrico a lo largo del ciclo de producción, en muchas granjas esta relación no es establecida. (Herrera, 2012)

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

Muestreo de la Población

Al realizar los muestreos se deberá tomar en cuenta lo siguiente:

1. Utilizar siempre los mismos atarrayaderos.
2. La atarraya deberá ser la adecuada para el tamaño de los organismos
3. Iniciar muestreo de crecimiento 3 semanas después de la siembra
4. Realizarlos a temprana horas desde las 10 pm hasta las 8 am
5. No realizarlos a temperaturas menores de 24°C
6. Sin presencia de viento
7. El número de lances deberá ser el adecuado al tamaño del estanque entre 3 a 5 lances por ha.
8. El adecuado manejo de charolas de alimentación proporciona un indicador eficiente para estimar biomasa, disminuyendo el estrés por manejo. El resultado promedio de los muestreos son tomados en cuenta para determinar la tasa de alimentación y el manejo del estanque.
9. Deberá ilustrarse con un gráfico el crecimiento semanal y los parámetros de calidad de agua. Esto nos ayudará a encontrar un mejor manejo y un óptimo crecimiento.
10. Los muestreos de crecimiento nos dan un valor de peso Promedio de los camarones existentes en un estanque.

Manejo de datos de población.

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

1. Se determina el área de la atarraya teórica. $A = \pi r^2$ El radio se mide con la atarraya extendida. El área de la atarraya real se calcula a partir del área teórica multiplicado por un factor de corrección que está determinado por: a.- Viento imperante, b.- La eficiencia del hombre que tira la atarraya en abrirla en 100%, c.-

Profundidad del Estanque, d.- Peso de la atarraya que causa cansancio al atarrayador, entre otros. El factor de corrección de la atarraya trata de corregir la eficiencia de la atarraya al momento de caer al fondo del estanque. (Herrera,2012)

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

3. Se obtiene un número de camarones por m², para ello se debe de tomarse en cuenta el factor de corrección de la atarraya.

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

Debemos tener claro, que no hay un método 100 % confiable y depende mucho de la experiencia del técnico responsable de la granja. Uno de los parámetros más importantes en el estudio de la dinámica de las poblaciones de animales sometidos a explotación, es el crecimiento. En el caso particular de los crustáceos el crecimiento se observa como un proceso discontinuo que ocurre por saltos, debido a que el exoesqueleto o caparazón rígido que lo recubre no permite que el aumento en largo o peso se manifieste en forma continua. El crecimiento de los crustáceos se advierte, entonces, como un incremento de talla, peso y forma casi instantáneos y ocurre cuando se produce la muda, exuviación o ecdisis, que implica el abandono y degradación del viejo exoesqueleto y síntesis de nuevos tejidos. Todo el mecanismo de muda está regido por un complejo sistema endocrino y la ecdisis no puede considerarse como un evento aislado, sino como una etapa más de un ciclo continuo de actividad metabólica, regulado por procesos hormonales. (Herrera, 2012).

4.13 Sobrevivencia

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

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

Para calcular la Sobrevivencia (Sv) se procederá a dividir el número de camarones que quedarán al final entre el número de camarones sembrados multiplicado por cien, expresados en forma matemática:

$$Sv\% = \frac{\text{Camarones cosechados}}{\text{Camarones sembrados}} \times 100$$

4.14 Rendimiento Productivo

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

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

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

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

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

4.15 Tasa o Factor de Conversión Alimenticia en el cultivo de camarón (FCA)

La comparación de la cantidad de alimento abastecido y el crecimiento del camarón permite que sea calculado la Tasa o Factor de Conversión Alimenticia (T.C.A o FCA). La T.C.A o FCA es una medida del peso del camarón producido por kg de alimento abastecido (Herrera 2012). La T.C.A. o FCA varía dependiendo de la densidad de siembra, calidad del alimento y tamaño del camarón cosechado. También el factor o T.C.A o FCA. Puede ser influenciado por otras razones tales como:

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

Asumiendo que al alimentar con comederos y empleando métodos de muestreo acertados, hallamos que la T.C.A. o FCA semanal es alta, esto nos indicaría crecimiento lentos o subalimentación; mientras que una T.C.A. o FCA baja, indica que el camarón está haciendo buen uso del alimento. La T.C.A. o FCA varía durante el ciclo de producción y entre las poblaciones, pero es una guía muy buena y debería ser entre 0.6-1.0 en camarones de hasta 10 gramos de peso y

entre 1.0 y 1.3 para tallas mayores. Idealmente la T.C.A. o FCA no debe ser mayor de 1.5. (Herrera, 2012)

La alimentación constituye el elemento principal del costo de producción en la camaronicultura y debido a este hecho es considerado como el factor de mayor importancia económica en esta actividad. En nuestro medio, el rubro alimentación representa cerca del 20-25% de los costos de operación dentro del balance de gastos de una camaronera. Todo empresario tiene como principal objetivo economizar, pero tratando de obtener la mejor tasa de crecimiento semanal (menor número de días de cultivo); mejor supervivencia; y menor factor de conversión. Los alimentos de buena calidad presentan una serie de características que los diferencian de otros y estos son: (a) uniformidad en el tamaño, color y forma (sin fracturas) del pellet, apropiado para la talla o peso del camarón; (b) hidroestabilidad; (c) rápido hundimiento; (d) palatabilidad; (e) contenido de ingredientes que satisfagan los requerimientos nutricionales del camarón; etc. (Herrera, 2012).

La carencia de las características señaladas antes causan los efectos siguientes: pobre hidroestabilidad en el agua; contaminación del agua, del fondo del estanque y de los efluentes; pobre consumo del alimento y por ende mala conversión alimenticia; salubridad inadecuada del camarón, proliferando enfermedades; y finalmente baja rentabilidad de la producción.

El primer método utilizado tradicionalmente para alimentar camarones en cultivos intensivos y semi-intensivos es el de la adición por dispersión o al voleo, el cual se basa en el uso de tablas de alimentación. En este método es importante que el alimento cubra la mayor superficie de las piscinas. Las dosis proporcionadas al voleo, se rigen por el ajuste de la ración de acuerdo con el peso promedio y biomasa presente en el estanque siguiendo la tabla de la alimentación, la cual es aplicada en función de la sobrevivencia derivada de los muestreos semanales. Alimentando de esta manera asumimos que la cantidad de alimento que le ofrecemos al animal es la idónea para obtener la mejor respuesta al crecimiento, con una ración mínima necesaria. Sin embargo esta estrategia tiene el

inconveniente de que no se toma en cuenta, el alimento natural presente, ni la cantidad real de alimento suplementario en un momento dado. (Herrera C. 2012)

Otra forma de complementar el uso de tablas de alimentación es alimentando de acuerdo a la abundancia del alimento natural presentes en las piscinas. Para hacer esto es necesario evaluar semanalmente la biomasa de los microorganismos (fito y zooplancton) consumidos por el camarón, debiendo ser completada con la ración de alimento artificial. Esta estrategia combinada ha demostrado ser más eficiente en la utilización del balanceado y dar un mejor crecimiento.

5.- MATERIALES Y MÉTODOS

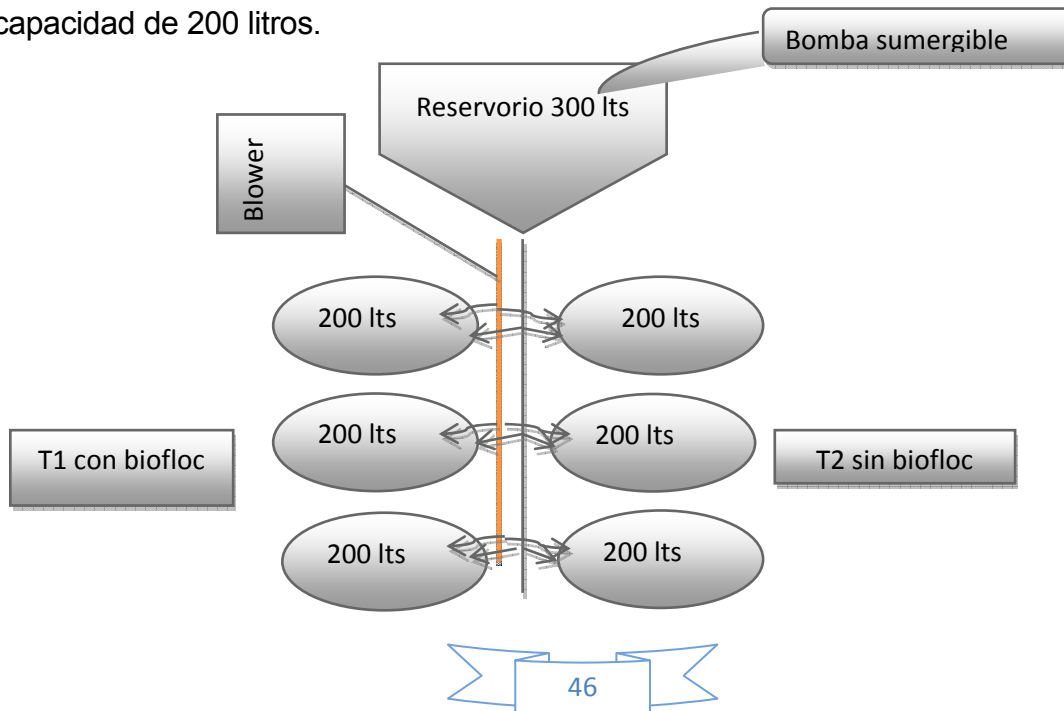
5.1. Localización de la zona donde se realiza el experimento

El presente trabajo se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Investigaciones Marinas y Acuícolas (LIMA), ubicado a 22 kilómetros de la ciudad de León con coordenadas 496462 m E 1367356 m N.



5.2. Dispositivo experimental

Este experimento contó con dos tratamientos: 1.- Se le aplicó alimento comercial con biofloc 2.- Se le aplicó solamente alimento comercial y. Cada tratamiento (T1 y T2) contó con tres repeticiones cada uno. El dispositivo contó con un flujo de agua continua y un reservorio con capacidad de 300 litros. El agua provenía del reservorio principal del LIMA al reservorio del dispositivo experimental suministrándole agua y aeración a los dos tratamientos, cada tratamiento con tres recipientes de con capacidad de 200 litros.



5.3 Flujo del agua

La toma de agua se encuentra detrás del Laboratorio de Investigaciones Marinas y Acuícola (LIMA), consiste en una válvula de cheque de 3 pulgadas de diámetro. La toma que se encuentra a una profundidad de un metro, conduce el agua por medio de una tubería de 3 pulgadas y 110 metros de longitud hasta dos reservorios de concreto de forma rectangular de 46.53 metros cuadrados cada uno.

El agua fue bombeada a las instalaciones del laboratorio mediante una bomba sumergible marca MODY SUMP PUMP modelo M100S/m serie SR#100894, 1.3 HP ubicada en el reservorio de concreto y tubos de PVC de 2 pulgadas de diámetro hacia el reservorio del dispositivo experimental el cual tenía un tubo de una pulgada de diámetro conectado en la parte inferior con una llave de pase de una pulgada, esta se mantenía abierta para distribuir el agua a las 6 tinas del experimento. El reservorio del dispositivo se llenaba dos veces al día para tener eficiencia de circulación de agua constante para los dos tratamientos.

5.4 Flujo del aire

Los recipientes tuvieron aireación constante debido a un: "blower" o soplador marca Baldor-Industrial motor, que por medio de manguerillas y piedras difusoras garantizaron el suministro de aire al dispositivo de experimentación.

Para esto se utilizaron manguerillas de ¼ de pulgadas las cuales sirvieron para conectar la aireación a las 6 tinas, estas tuvieron piedras difusoras una por cada manguerilla que fueron utilizadas en el experimento.

Aclimatación y siembra

Las post-larvas que se utilizaron en este experimento fueron procedentes del Laboratorio Farallones, las cuales fueron trasladadas en bolsas plásticas con agua con una capacidad de 50 litros y oxígeno saturado, hacia el Laboratorio de Investigaciones Marina y Acuícola (LIMA). Los organismos fueron aclimatados por un periodo de tiempo de 30 minutos. En la aclimatación se añadió un litro de agua gradualmente cada diez minutos procedente de los dispositivos experimentales

donde fueron “sembradas” posteriormente las postlarvas hasta que se alcanzó la misma salinidad y temperatura.

5.5 Preparación del biofloc

Para preparar el biofloc se colectó muestras de algas con un trozo de esponja en las superficies de agua de las pilas de LIMA que presentaron una coloración café marrón intenso, las algas que contenían eran en su mayor parte Diatomeas a parte de Clorófitas y Cianófitas.

Las muestras obtenidas fueron incubadas en aguas fertilizadas con fertilizante Fertilake y aireadas en dos diferentes diluciones: 1L, 9.5 L. El recipiente de 1 litro tuvo tres repeticiones con el fin de garantizar el suministro continuo de biofloc para abastecer todo el dispositivo experimental principal.

Las muestras de biofloc fueron revisadas al microscopio para verificar que estuvieran libres de Protozoos, Algas verdes (Cianofitas) y Nemátodos. Una vez obtenida la muestra limpia se procedió a su cultivo en Erlenmeyer de capacidad de 1L de agua, que contendría para las algas los siguientes nutrientes: (nitrato 0.014gr, fosfato 0.028gr, meta silicato 0.043gr) y aireación constante. El agua tuvo como fuente de Carbono azúcares que fueron proporcionado por la melaza y ayudó al proceso de floculación además sirvió de alimento para las bacterias (Pereira Reyes, 2010).

Después de dos días la muestra fueron trasladada a un recipiente más grande (garrafones de 9.5 L) que también tenían agua fertilizada con aireación constante, el tiempo de incubación fue de dos días. Luego se realizó una tercera inoculación del agua a un recipiente de 50 L conteniendo agua fertilizada y aireación, el tiempo de cultivo fue igualmente de dos días. Luego se abasteció de biofloc al tratamiento 1.

Una vez que se logró producir el biofloc se aplicó en proporción de 1.5 L de biofloc a una libra de alimento al tratamiento número uno tres veces por semana con alimento peletizado 40% por la mañana y 60% por la tarde, al tratamiento número dos no se aplicó biofloc solo alimento peletizado y se realizaron recambios de 50% de agua diariamente al tratamiento que no se le aplicó biofloc. La ración de

alimento peletizado se determinó con ayuda de una tabla de alimentación previamente elaborada.

5.6. Factores físico químico del agua

Oxígeno Disuelto

Este factor fue medido con un Oxigenómetro marca YSI 550, primeramente se tuvo que calibrar el Oxigenómetro, se limpió con agua dulce en el electrodo, luego con la salinidad existente en el agua de los tratamientos y por último se introdujo en el agua para saber el Oxígeno Disuelto que existía en las aguas de los dispositivos experimentales la medición se realizó dos veces al día, a las 6 de la mañana y la otra a las 6 de la tarde es decir cada 12 horas. Esto con el fin de conocer el comportamiento de cada uno de ellos y definir si hay diferencias que puedan afectar los organismos significativamente.

Temperatura

Este parámetro fue tomado con el Oxigenómetro marca YSI 550A, el cual mide tanto Oxígeno como Temperatura, a través de un sensor térmico, esto nos ayudó a observar y conocer las temperaturas que prevalecieron durante todo el experimento, este se tomó dos veces al día, a las 6 de la mañana y el otro a las 6 de la tarde.

Salinidad

La salinidad se midió con un salinómetro marca YSI550a, pero primero se tuvo que calibrar limpiando el refractómetro con agua dulce y se observó que la medida estuviera en cero, luego se tomó una gota de agua de los dispositivos experimentales y se observó el nivel de salinidad en que se encontraban en las aguas esta se midió diariamente a las 6 de la mañana y a las 6 de la tarde esto con la intención de observar los cambios de la misma a lo largo del experimento.

5.7. Parámetros Poblacionales

Crecimiento Acumulado

Para poder realizar este estudio obtuvimos las muestras, capturando un total de 20 organismos (camarones) de varios lugares de los recipientes (al azar) con un “chayo”. Los organismos capturados fueron colocados en un recipiente de 20 litros de capacidad para luego trasladarlos al lugar donde fueron pesados por medio de una balanza gramera con capacidad de 500 gramos de marca Kern. Los individuos fueron pesados individualmente para conocer su peso

La operación del peso se realizó de la siguiente manera: Las muestras de camarón que fueron pesadas se colocaron entre un trapo de tela absorbente y se colocó en una balanza gramera, luego se depositaron los camarones en el recipiente de transporte y se vivió a pesar el trapo sin camarones. Esta operación se hizo con el fin de saber el promedio de crecimiento que tuvieron durante cada cinco días.

Ritmo de Crecimiento

Para calcular el Ritmo de Crecimiento se utilizó la siguiente fórmula:

$$R.C = P_{actual} - P_{anterior}$$

Donde:

R.C = Ritmo de Crecimiento

P = peso

Obteniendo como resultado el peso que aumentara el camarón cada semana.

Tasa de Crecimiento

La tasa de incremento instantáneo se calculó con la siguiente fórmula:

$$T.C.I = \frac{(\text{Log}W_f - \text{Log}W_i)}{\text{Tiempo}} \times 100$$

Donde:

T.C.I = Tasa de Crecimiento Instantáneo

LognWf= logaritmo de peso final

LognWi= logaritmo de peso inicial

Sobrevivencia

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

$$Sv\% = \frac{\text{Camarones cosechados}}{\text{Camarones sembrados}} \times 100$$

Factor de Conversión Alimenticio

El Factor de Conversión Alimenticia se determinó cada cinco días, este en la división del alimento acumulado suministrado entre la biomasa acumulada en los recipientes experimentales en ese período (Alim. Acumulado semanal/Biomasa semanal). Para ello, se llevó un control del alimento suministrado, la ganancia de la biomasa cada cinco días.

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

Rendimiento Productivo

El rendimiento productivo se estimó al final del ciclo productivo, no es más que la cantidad de libras de camarón cosechado, de ahí se calculó su talla y sobrevivencia.

Para ello, se necesitó calcular la población final (que resulta de multiplicar el número de individuos existentes en una libra de camarón por la cantidad de libras cosechas). El rendimiento productivo se expresó como las libras producidas por unidad de área, en este caso, la producción en una hectárea.

5.8.Análisis estadístico

Análisis de varianza

El análisis de varianza es una técnica que se puede utilizar para decidir si las medias de dos o más poblaciones son iguales. La prueba se basa en una muestra única, obtenida a partir de cada población.

El análisis de varianza puede servir para determinar si las diferencias entre las medias muestrales revelan las verdaderas diferencias entre los valores medios de cada una de las poblaciones, o si las diferencias entre los valores medios de la muestra son más indicativas de una variabilidad de muestreo.

Este análisis se realizó a través de la utilización de Microsoft Excel, en el que se introdujeron los datos recolectados en el transcurso de cada cinco días.

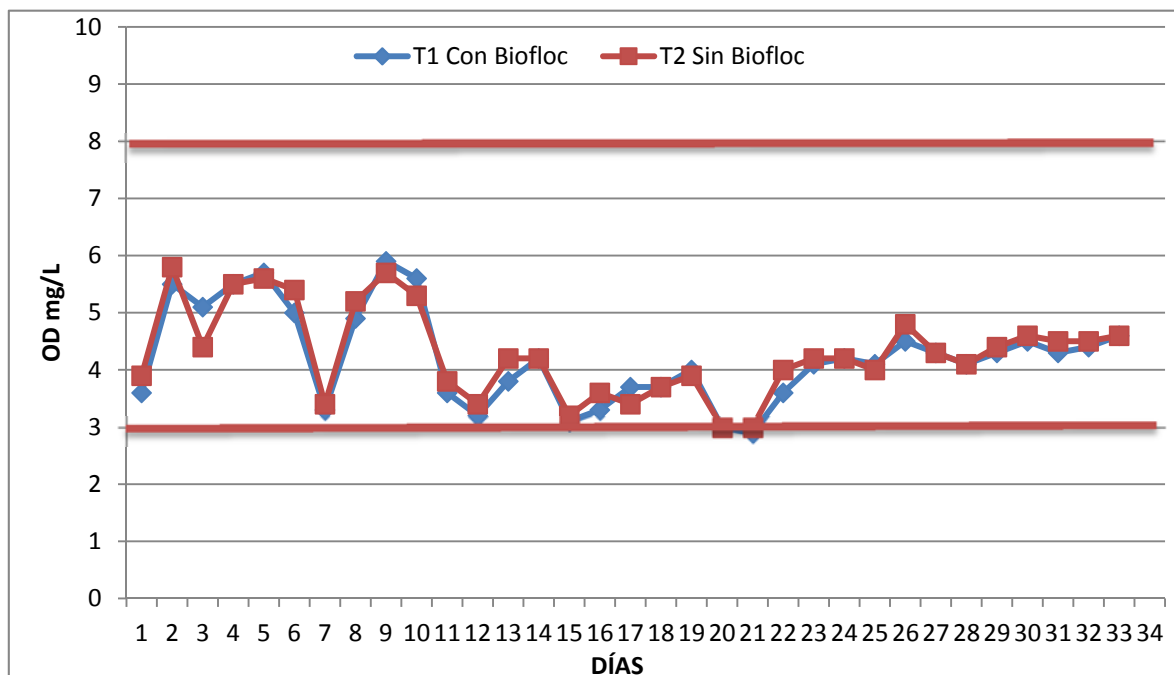
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Oxígeno Disuelto

Con el T1 los valores fueron de 2.9 mg/l el día 21 (valor más bajo) y 5.9 mg/l el día 9 (valor más alto). En el T2 el valor más bajo fue de 3 mg/l el día 20 y el valor más alto de OD fue de 5.8 mg/l el día 2.

En los sistemas intensivos sembrados por encima de las 30 postlarvas por metros cuadrados según Herrera, 2012, los intervalos óptimos de oxígeno disuelto, para el cultivo de camarón son de 3-8 mg/L.

Los resultados obtenidos tanto en el T1 y T2 los valores de OD están en los intervalos óptimos mencionados antes por Herrera C. 2012, estos valores no afectaron el crecimiento de los camarones. Los valores de Oxígeno Disuelto (OD) registrados en las dos condiciones experimentales T1 y T2, tuvieron un comportamiento similar, al realizar un análisis estadístico se demostró que no existe diferencia significativa ($P < 0,05$) entre los dos.



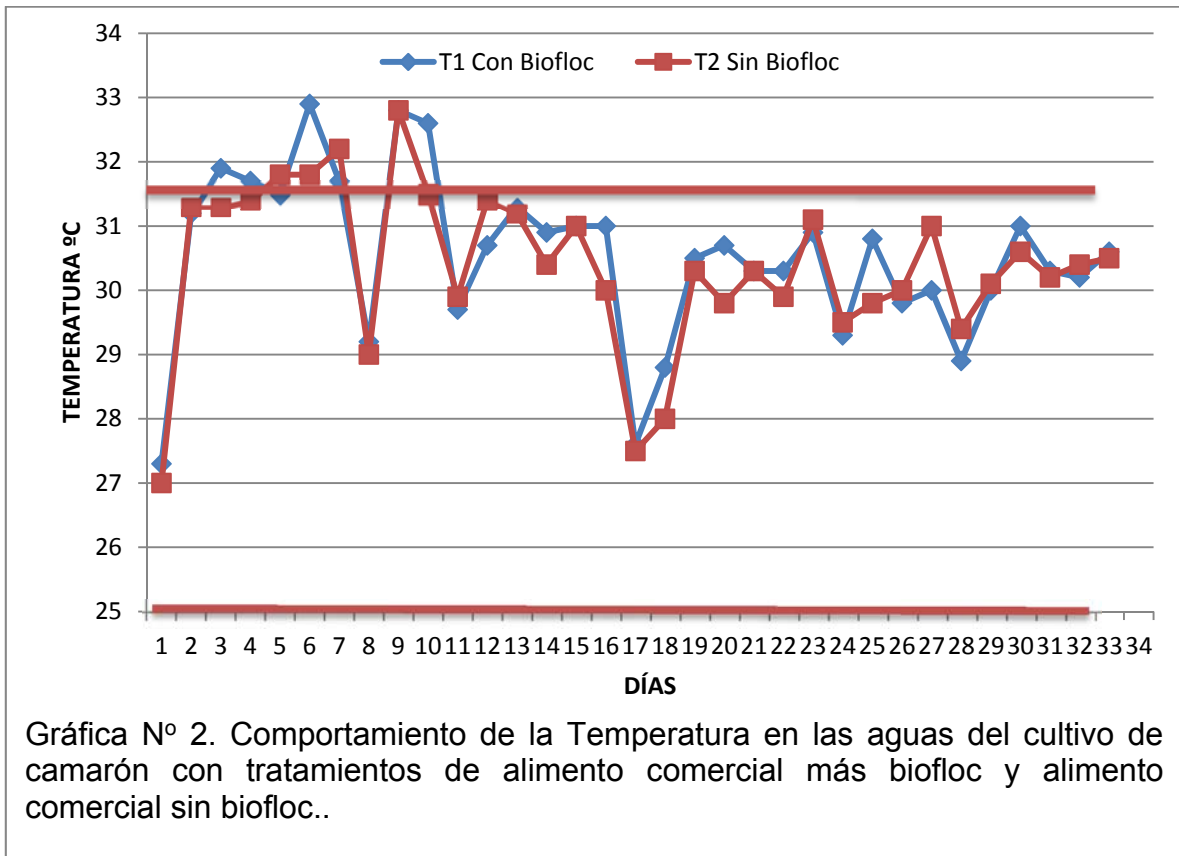
Gráfica N°. 1. Comportamiento del Oxígeno disuelto durante la mañana (6am) de las aguas donde crecieron los camarones blancos del pacífico, en dos condiciones experimentales: Alimento comercial más biofloc vrs alimento comercial.

Temperatura

Los valores registrados de Temperatura (T°C) en T1, variaron entre 27.3 °C(más bajo)correspondiente al día 1 y 32.9 °C el día 6. T2, los valores oscilaron entre 27 °C el más bajo el día 1 y 32.8 °C el más alto el día 9.

En los sistemas intensivos, según Meyer D, 2004 los camarones se desarrollan mejor en aguas con una Temperatura entre 25 a 32 °C.

Los valores de Temperatura están en los intervalos óptimos mencionados antes por Meyer, 2004, excepto dos días 6 y 8, cuyos valores fueron puntuales y por lo tanto no causaron daño a los organismos expuestos al experimento.

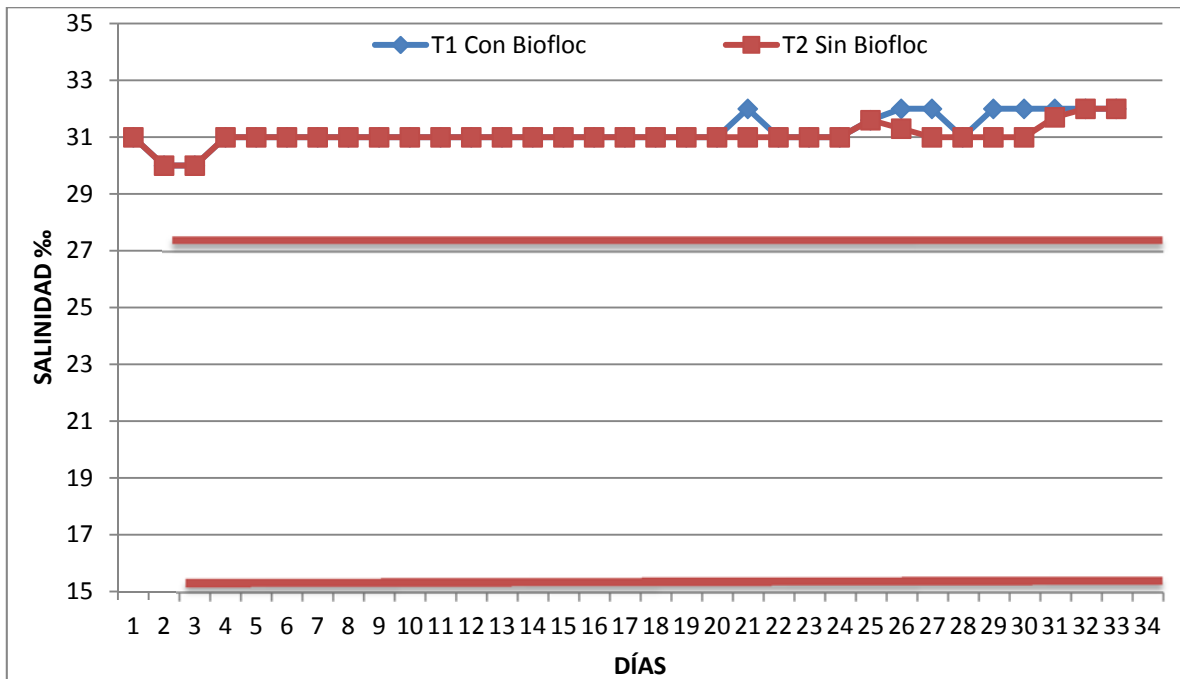


Salinidad

Los valores registrados de la salinidad (S‰) en el T1 oscilaron entre 30 S‰ (partes por millón) el más bajo el día 2 y 32 S‰ (mas alto) el día 26. Con el T2 los valores variaron entre 30 S‰ (más bajo) el día 2 y 32 S‰ (más alto) el día 32.

Los intervalos de tolerancia de la salinidad para los camarones es muy amplia y pueden sobrevivir de 0 S‰ hasta 50 S‰ estos organismos se conocen como eurihalinos En los sistemas intensivos el intervalo de crecimiento óptimo es de un promedio de 15 a 27S‰ (Meyer, 2004)

Los resultados obtenidos tanto en el T1 y el T2 los valores de salinidad no están en los intervalos óptimos mencionados por Meyer 2004, pero si dentro del rango de tolerancia por tanto estos valores no afectaron el crecimiento de los camarones a los experimentos expuestos.



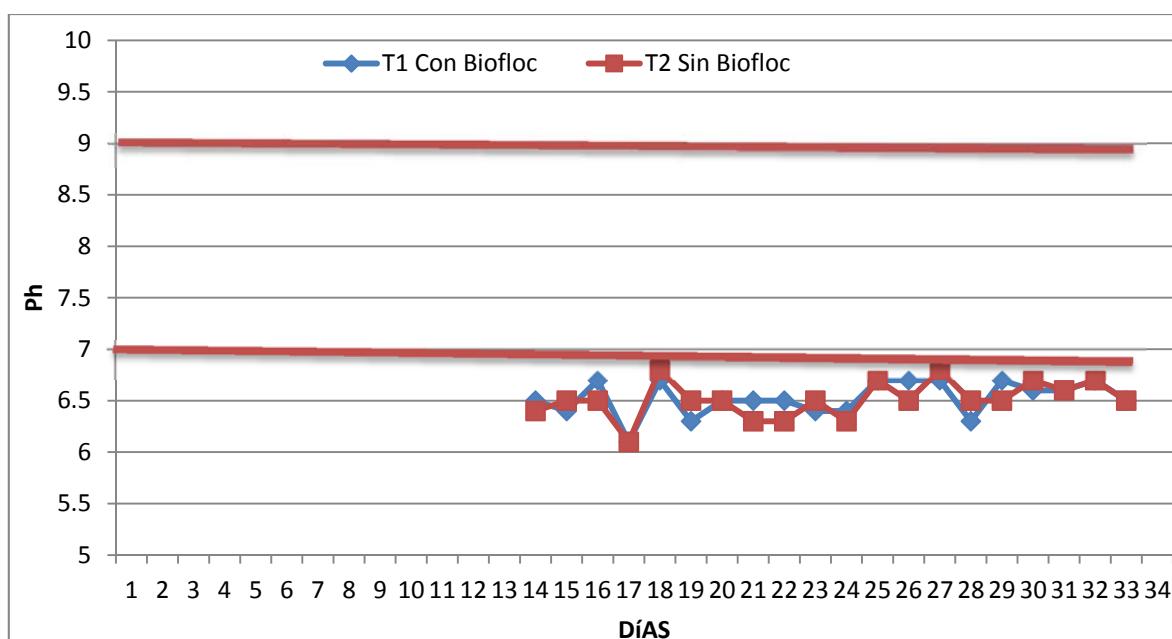
Gráfica N° 3. Comportamiento de Salinidad en las aguas del cultivo de camarón con tratamientos de alimento comercial más biofloc y alimento comercial.

pH

En el Monitoreo de las concentraciones de pH, en el T1 oscilaron entre 6.1 (punto más bajo) el día 17 y 6.7 (más alto) el día 26. Con el T2 los valores variaron entre 6.1 (más bajo) el día 17 y 6.8 (más alto) el día 27.

Según Martínez (2012) El intervalo óptimo de pH para la vidade los camarones es de 6.5 a 9.

Los resultados obtenidos en el T1 hubieron días en donde los valores de pH estuvieron fuera de los intervalos óptimos mencionados por el autor y en el T2, los rangos de pH no todos los valores están en los intervalos óptimos mencionados antes por Martínez (2012), estos valores no afectaron el crecimiento de los camarones expuestos a los experimentos.



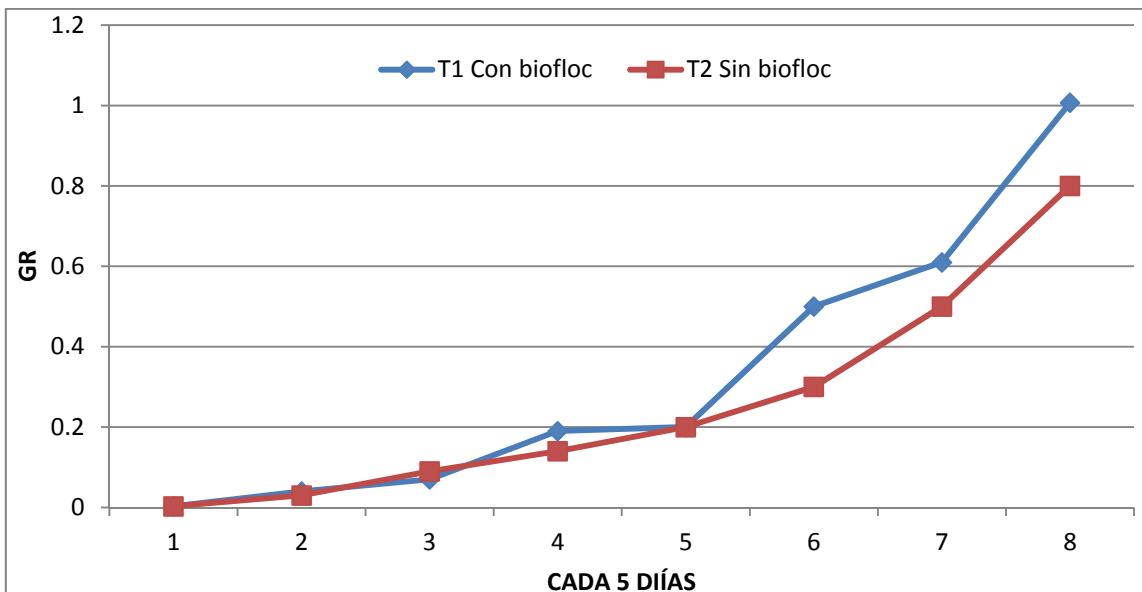
Gráfica N° 4. Comportamiento de las concentraciones de Ph en las aguas del cultivo de camarón con tratamientos de alimento comercial más biofloc y alimento comercial sin biofloc.

Parámetros poblacionales

Crecimiento acumulado

Desde el inicio del experimento los camarones en ambas condiciones experimentales mostraron un comportamiento similar, a partir del 5 muestreo (25 días de cultivo) inicia la separación del crecimiento en las dos condiciones. Además, se puede apreciar que el T1, reportó mayor peso promedio (1.06 gr), que el T2, en el cual se registró un peso promedio de 0.86 gr.

Según Martínez, (2013), el crecimiento acumulado en postlarvas como la estudiada debe registrar cerca de 1,42 gr en el mismo tiempo del reportado en este trabajo con una densidad de siembra de 100 ind/m², mientras que con 150 pls/m² reporta 1,17gr. En nuestro trabajo, los camarones fueron afectados inicialmente con el recambio de agua manual debido a la falta de blower para airear. Cuando se aplicó la aireación con blower (5 muestreo) se empezó a observar el efecto del tratamiento, haciendo diferencia significativa entre T1 y T2 (P<0.05)

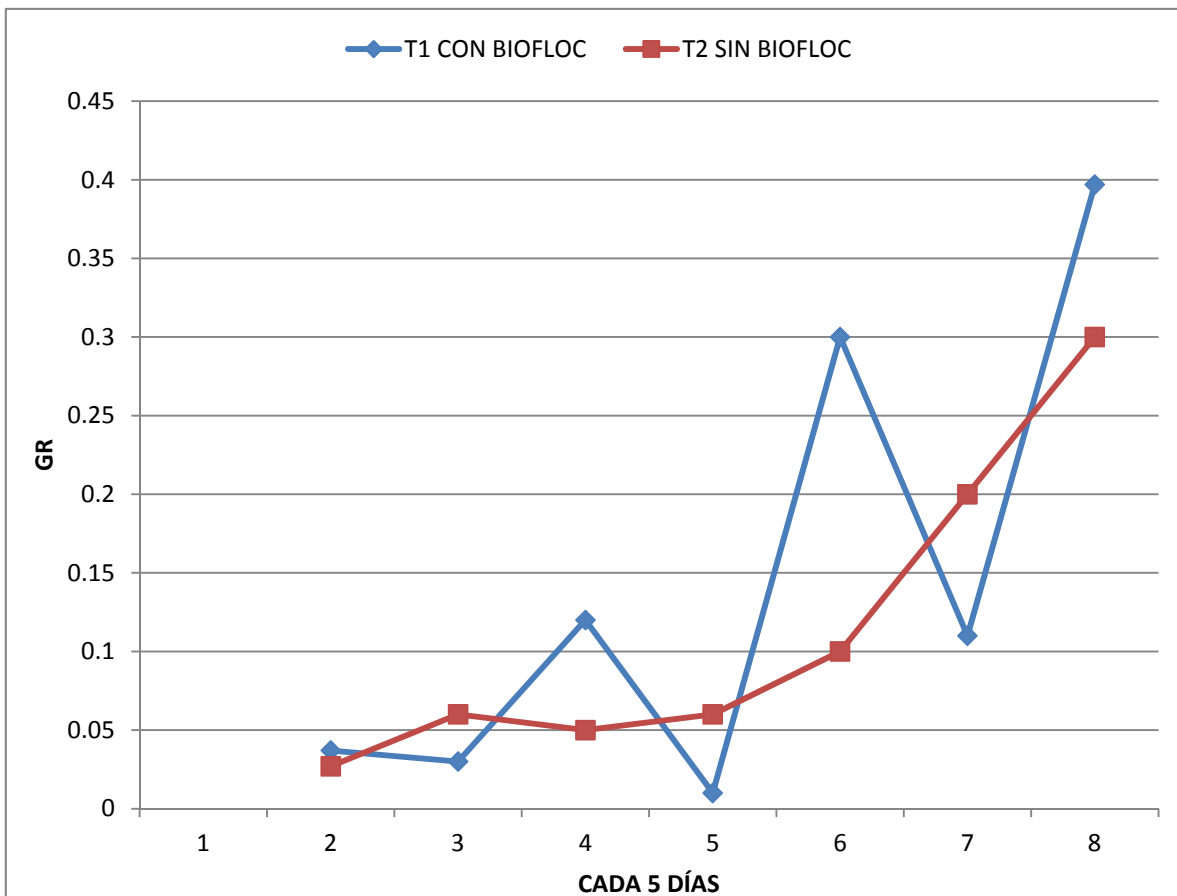


Gráfica N°. 5 comportamiento del Crecimiento Acumulado de los camarones en las dos condiciones experimentales:Almento comercial más bifloc y alimento comercial.

Ritmo de Crecimiento

En el Ritmo de Crecimiento en el T1 los valores oscilaron entre 0.037 gr (más bajo) en la primera semana y 0.4 (más alto) en la semana 8. Con el T2 los valores variaron entre 0.027 (más bajo) la primer semana y 0.3 (más alto) la semana 8.

Según Martínez, (2013), el Ritmo de Crecimiento en postlarvas como la estudiada debe registrar de 0,9; 0,17; 0,35; 0,54 y 0,91 gr respectivamente para cada una de los períodos de cinco días estudiados. En nuestro estudio los valores mayores fueron de 0,4 g/5 días y de 0,3 g/5 días. Estos valores son menores con los esperados, por lo tanto podemos decir que estos valores no estuvieron del todo mal aunque son menores a los esperados.

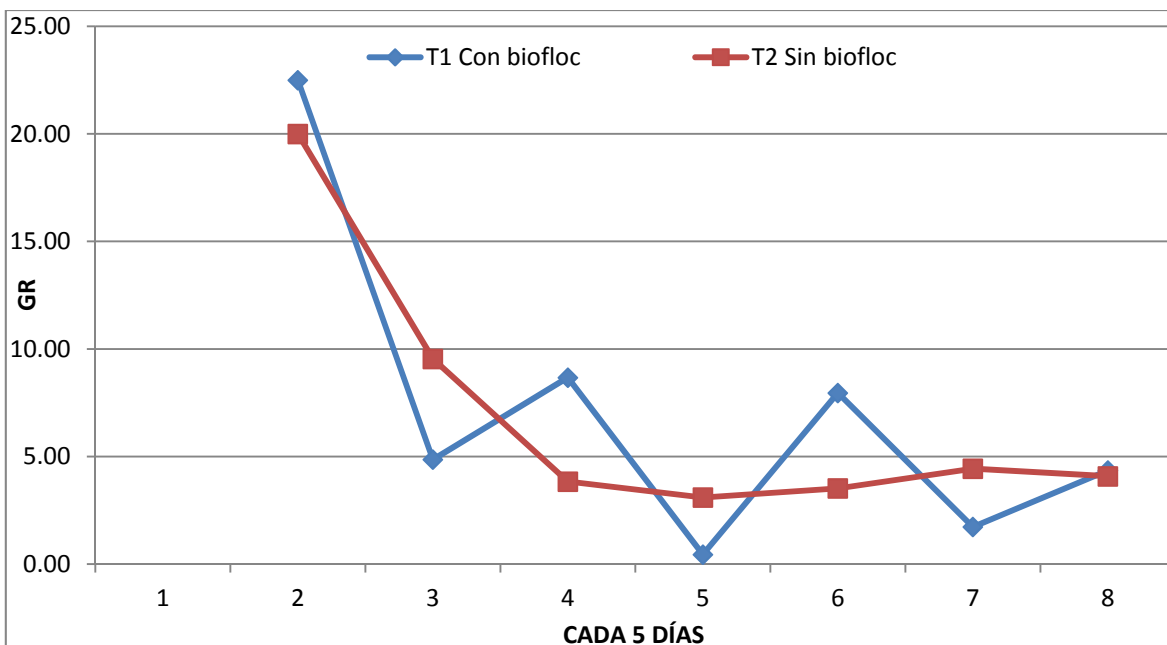


Gráfica Nº. 6 Comportamiento del Ritmo de Crecimiento de los camarones en las dos condiciones experimentales.: Alimento comercial más biofloc y alimento comercial.

Tasa de Crecimiento

En el comportamiento de la dinámica de la Tasa de Crecimiento que representa la velocidad de crecimiento en relación al tiempo. Se observa que la tasa de crecimiento va de manera descendente en los dos tratamientos, el crecimiento ha sido más rápido y mejor para el T1 en comparación con el T2. En nuestro trabajo los camarones reportaron una Tasa de Crecimiento a partir de 22.5 g hasta 4.35 g para el T1, mientras que en el T2 se reportó una Tasa de Crecimiento a partir de 20 g hasta llegar a 4.08g

Según Martínez (2013), la Tasa de Crecimiento en postlarvas como la estudiada debe registrar a partir de 30 g, descendiendo hasta acercarse al cuadrante negativo, entre más negativo sea mejor será el crecimiento de los organismos., por lo que se concluye que el desarrollo de los camarones estuvo en el intervalo normal establecido según el autor citado. Nuevamente corroboramos que si bien hay diferencias entre tratamientos, pero ambos son menores a los esperados, pero no están mal son buenos valores demostrando la diferencia que hay entre los tratamientos del experimento.

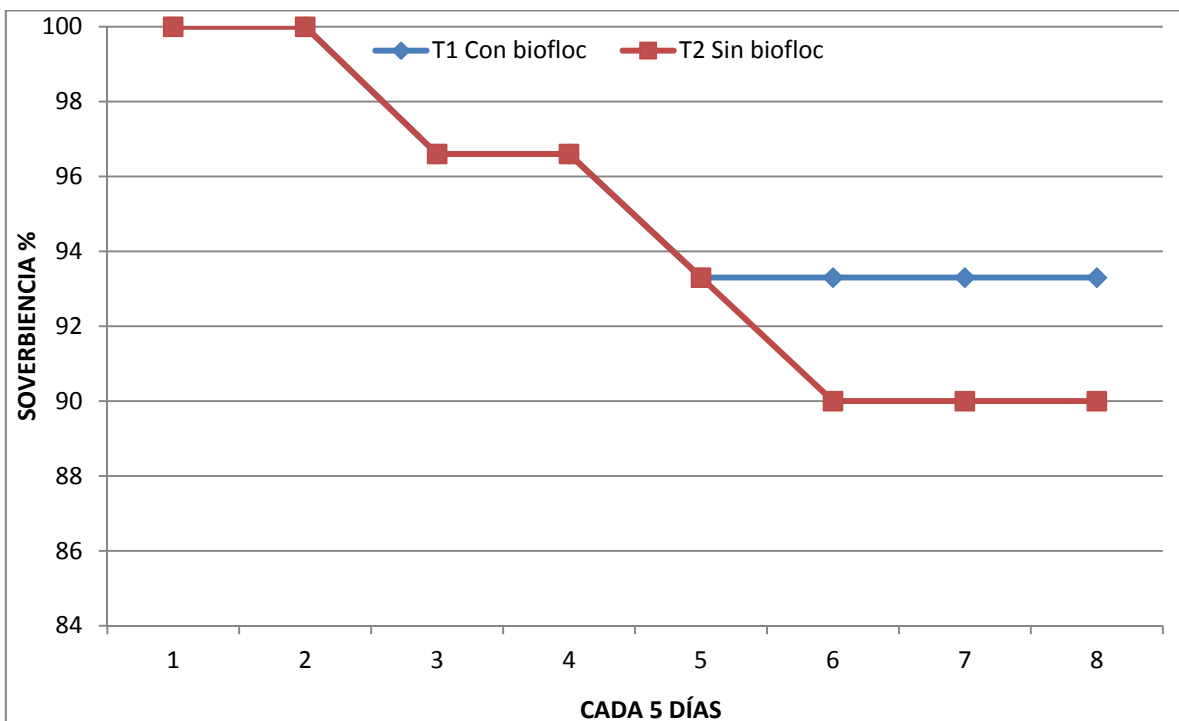


Gráfica N°. 7 Comportamiento de la Tasa de Crecimiento de los camarones en las dos condiciones experimentales.: Alimento comercial más biofloc y alimento comercial.

Sobrevivencia

En la comparación de la Sobrevivencia se puede apreciar que en el T1 tuvo una mayor sobrevivencia (93.3%), mientras que en el T2 comercial tuvo una sobrevivencia del 90% en el tiempo que duró el experimento.

Se espera que para crianzas de postlarvas de camarones *Litopenaeus vannamei* los camarones sobrevivan cerca del 90% Martínez (Comunicación personal 2013), Los datos registrado son superiores a los esperados por lo que podemos decir que estamos mejor en comparación que los esperados.



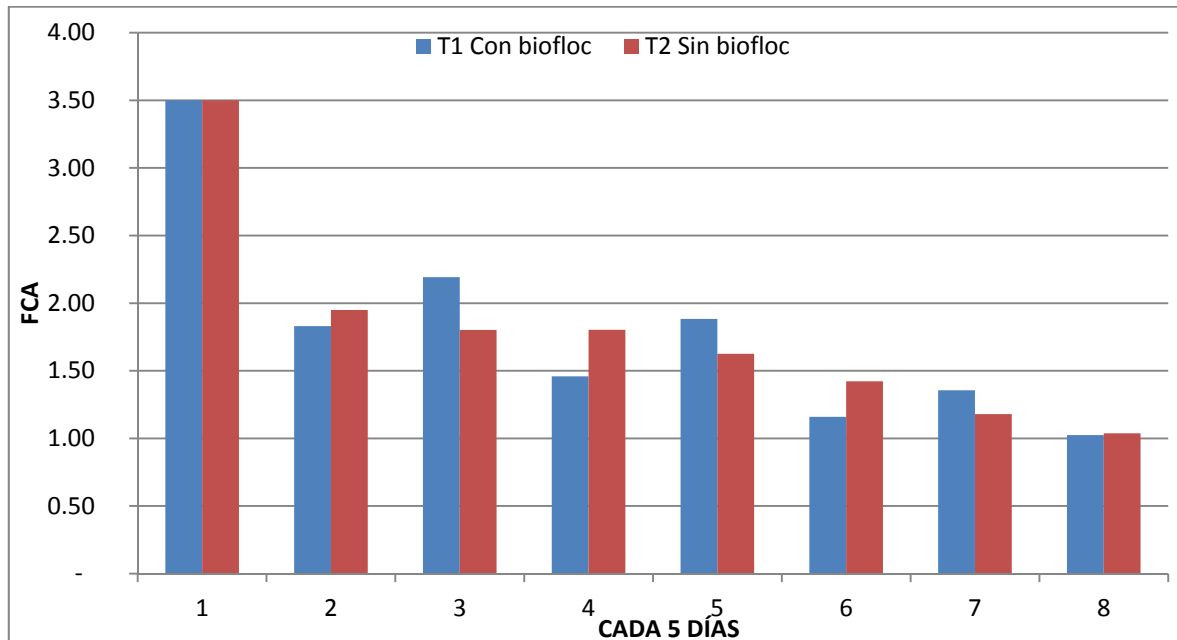
Gráfica N° 8 . Comparación de la sobrevivencia de los camarones en las dos condiciones experimentales: Alimento comercial más biofloc y alimento comercial.

Factor de Conversión Alimenticio

En el Factor de Conversión Alimenticio (FCA), en el T1 osciló entre 1.02 (más bajo) en la semana 8 y 3.5 (más alto) en la semana 1. Con el T2 los valores oscilan entre 1.04 (más bajo) en la semana 8 y de 3.5 (más alto) en la semana 1.

En los sistemas intensivos el intervalo óptimo del FCA debe ser de 1 a 1.5 según Herrera, 2012.

De acuerdo a los datos obtenidos en el experimento en las dos condiciones experimentales, podemos decir que los valores están en los intervalos mencionados por el autor citado.



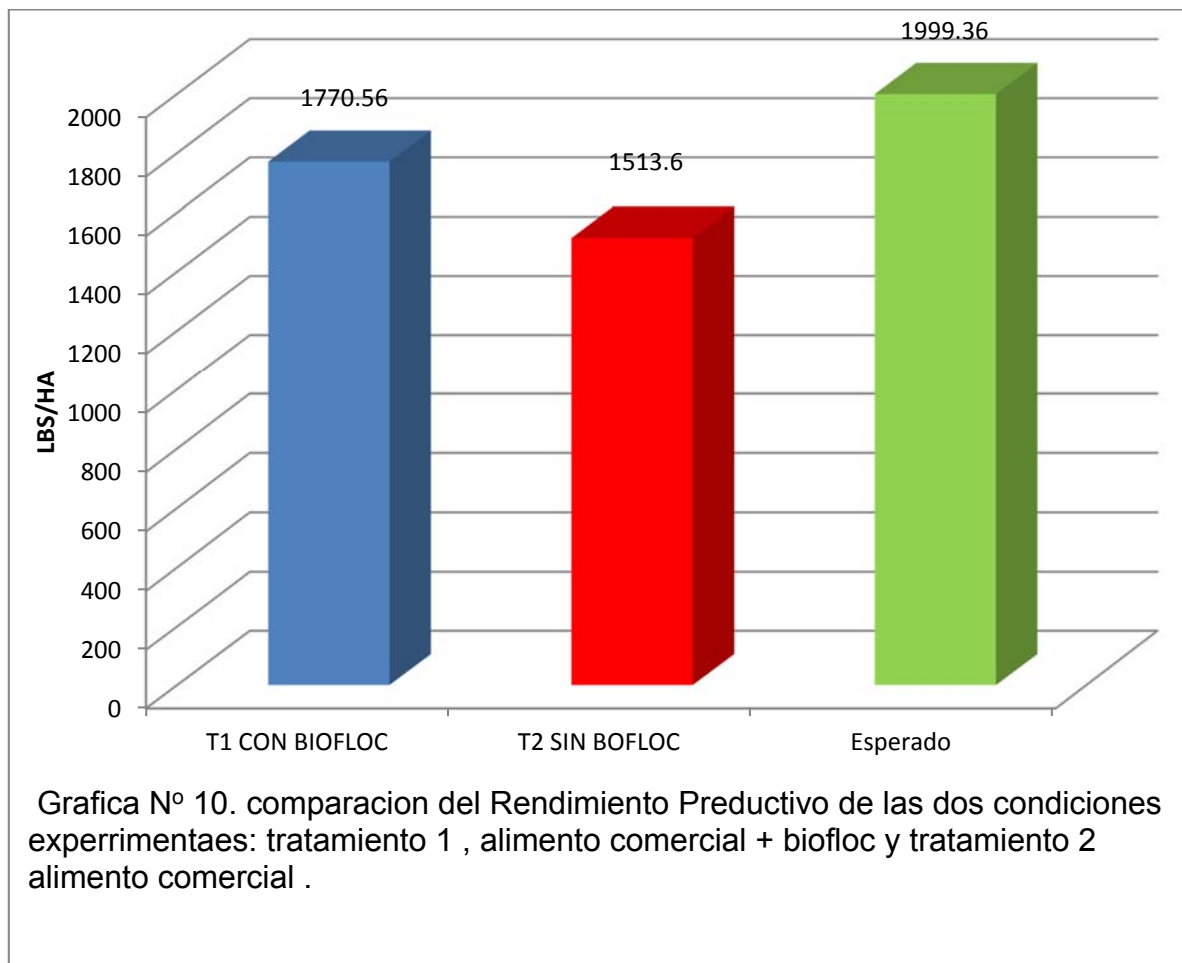
Gráfica N°. 9 comportamiento del Factor de Conversión Alimenticio de los camarones en las dos condiciones experimentales.: Alimento comercial más biofloc y alimento comercial

Rendimiento Productivo

En la comparación del Rendimiento Productivo de las dos condiciones experimentales se puede apreciar que para el T1 fue de 1770.56 lbs/ha, mientras que en el T2 fue de 1513 lbs/ha.

Según Martínez et al 2013. Los intervalos de rendimiento para este tipo de estadio de camarones debería ser de 1999,4 libras /ha en sistemas intensivos.

Al terminar el experimento podemos decir que los valores obtenidos están semejantes a los valores reportados por el autor antes mencionado.



7.- CONCLUSIONES

1.- Factores físico químico del agua

Oxígeno Disuelto T1 los valores oscilaron de 2.9 mg/L a 5.9 mg/L mientras que en el T2 oscilaron entre 3 mg/L a 5.8 mg/L. La Temperatura en el T1 los valores oscilaron de 27.3 °C a 32.9 °C, en el T2 fueron entre 27 °C a 32.8 °C. En la Salinidad los valores en el T1 oscilaron de 30 a 32 ‰ y en el T2 de 30 a 32 ‰. En el pH las concentraciones oscilaron de 6.1 a 6.7 en el T1 mientras que en el T2 oscilaron entre 6.1 a 6.8

2.- Parámetros poblacionales

El Crecimiento Acumulado al final de la experimentación en el T1 fue de 1.06 gramos (gr), en el T2 fue de 0.86 gramos (gr). El Ritmo de Crecimiento en el T1 vario de 0.0037 gr a 0.4 gr y en el T2 fue de 0.027 gr a 0.3 gr al final del experimento. La Tasa de Crecimiento para el T1 fue de 22.5 a 4.3 gr y el T2 fue de 20 a 4.8 gr.

3.- Sobrevivencia en el T1 fue de 93.3% mientras que en el T2 fue de 90%. El Factor de Conversión Alimenticio en el T1 vario de 4.9 a 1.02:1, en el T2 fue de 4.9 a 1.04:1. El Rendimiento Productivo para el T1 alimento comercial más biofloc el rendimiento productivo fue de 1770 Lbs/ha y en el T2 alimento comercial fue de 1513 Lbs/ha .

Al realizar el análisis estadístico se demostró que existe diferencia significativa para las dos colas ($P < 0,05$) entre los dos tratamientos por lo que rechazamos la H_0 . La aplicación del biofloc complementario al alimento comercial, tiene un efecto similar sobre el crecimiento de los camarones alimentándose solamente con dieta comercial, por lo tanto aceptamos la H_1 . La aplicación del biofloc complementario al alimento comercial, tiene un efecto diferente sobre el crecimiento de los camarones alimentándose solamente con dieta comercial.

8.- RECOMENDACIONES

Se recomienda para realizar este experimento lo siguiente:

- 1) Contar con todos los equipos adecuados para la medición de factores físicos y químicos tales como Oxigenómetro, Salinómetro, balanza, microscopio, tinas plásticas, reservorio, piedras difusoras, manguerillas, tubos pvc, entre otros.
- 2) Elaborar el biofloc 15 días antes de iniciar el experimento y así evitarse posibles problemas en el transcurso del experimento.
- 3) Estar pendiente del funcionamiento y mantenimiento de bomba de toma de agua, blower y bomba sumergible.
- 4) Aplicar una concentración mayor de Biofloc en menos cantidad de alimento comercial

9.- BIBLIOGRAFÍA

ANONIMO 1, Rev. FAO, 2013. Visión general del sector Acuícola Nacional.
DISPONIBLE:

http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_nicaragua/es

Achupallas, J, 2000. Tecnología de alimento para camarón. DISPONIBLE:

http://www.uan.mx/utilleria/nutricion_acuicola/X/archivos/31achup.pdf

Avnimelech Y. 2007. La alimentación con flóculos microbianos de tilapia en descarga mínimas. tecnología bio-flóculos en estanques. Acuicultura pp264, 140.147.

http://www.aquahoy.com/index.php?option=com_content&view=article&id=12607:el-uso-de-los-bioflocs-en

Azim, M.E. and D.C. Littlea. 2008. The biofloc technology (BFT) in indoor tanks: Water quality, biofloc composition, and growth and welfare of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture* 283(1-4): pp29-35. doi:10.1016/j.aquaculture.2008.06.036.

http://www.aquahoy.com/index.php?option=com_content&view=article&id=12607:el-uso-de-los-bioflocs-en

Boone, 1931. Programa de información de especies acuáticas *Penaeus vannamei*.
DISPONIBLE:

http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Litopenaeus_vannamei_es/en

Boyd C. E. and A. Gross. 1998. Use of probiotics for improving soil and water quality in aquaculture ponds. Pp 101-106. In : T. W. Flegel (editor). *Advances in Shrimp Biotechnology*. The National Center for Genetic Engineering and Biotechnology, Bangkok, Thailand.

<http://www.cesasin.com.mx/CentroAmerica/1Calidad%20del%20agua.pdf>

Boyd, C. E. y A. Fast. 1992. Pond monitoring and management. Pages 497-513. In Fast, A. y J. Lester editors. Marine Shrimp Culture, Principles and Practices. Elsevier Science Publishers.

Boyd, C. E. and C. S. Tucker. 1998. Pond Aquaculture Water Quality Management. Kluwer Academic Publishers, Boston, Massachusetts, USA. 700 pp.

<http://www.cesasin.com.mx/CentroAmerica/1Calidad%20del%20agua.pdf>

Civera, R, 2010. Uso del cártamo, como ingrediente en alimentos para juveniles del camarón *Litopenaeus vannamei*. DISPONIBLE:

www.uanl.mx/utilerias/nutricion_acuicola/X/.../17-RobertoCivera.pdf

Ching, C, Sánchez, D, 2004. Variables que afectan la frecuencia de alimentación con alimento balanceado en el cultivo de camarón marino *Litopenaeus vannamei*. Boletines Nicovita. DISPONIBLE:

http://www.google.com.ni/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&ved=0CDoQFjAD&url=http%3A%2F%2Fwww.nicovita.com.pe%2Fcdn%2FContent%2FCMS%2FArchivos%2FDocumentos%2FDOC_273_1.pdf&ei=KhzTUaGMM_Ov0AHqp_oD4DA&usg=AFQjCNF18eq1p_jrum2jKIANUv198XK_8g

Chu, C.P., Lee, D.J., 2004. Multiscale structures of biological flocs. Chem. Eng., Sci., 59. (8-9), 1875-1883.

http://scholar.google.com.ni/scholar?hl=es&as_sdt=0,5&as_vis=1&q=The+basics+of+biofloc+technology%3A+The+added+value+for+aquaculture+P.+De+Schryver,+R.+Crab,+T.+Defoirdt,+N.+Boon,+W.+Verstraete+%E2%81%8E

De Schryver P., R. Cangrejo, T. Defoirdt, N. Boon, W. Verstraet. 2008. Los fundamentos de la tecnología bio-flóculos: El valor añadido de la acuicultura. Acuiculturapp 277-125-137.

http://www.aquahoy.com/index.php?option=com_content&view=article&id=12607:el-uso-de-los-bioflocs-en

Ekasari J., R. Crab and W. Verstraete. 2010. Primary Nutritional Content of Bio-flocs Cultured with Different Organic Carbon Sources and Salinity. *HAYATI Journal of Biosciences* 17(3)pp125-130.

http://www.aquahoy.com/index.php?option=com_content&view=article&id=12607:e-l-uso-de-los-bioflocs-en-acuicultura&catid=56&lang=en

Galindo, J &. Fragal, 2002. Programa de producción de alimento para la acuicultura en Cuba. MIP-CIP, pp 11.

<http://www.oceandocs.org/bitstream/1834/4607/1/2010-053.pdf>

Galindo, J., Álvarez, J.S., Fraga, I., Reyes, R., Jaime, B. & Fernández, I. 1992. Requerimientos de lípidos en juveniles de camarón blanco *Penaeus schmitti*. *Rev. Cub. Invest. Pesq.*, 17(2) pp 23-36.

<http://www.oceandocs.org/bitstream/1834/4607/1/2010-053.pdf>

Galindo, J., Fraga, I., De Arazoza, M. Alvarez, J.S., Ramos, D. & González, R. (2002). Requerimientos nutricionales en juveniles de camarón blanco (*Litopenaeus schmitti*): evaluación de dietas prácticas. CIVA 2002 (<<http://www.civa2002.org>>) pp: 84-94).

<http://www.oceandocs.org/bitstream/1834/4607/1/2010-053.pdf>

Hernández, C, 2010. Efecto de dos dietas comerciales de alimento (Zeigler. Aquaxel). Sobre el crecimiento de camarones *Litopenaeus vannamei* en etapa de post-larva (pls 12 a pls 45) en condiciones experimentales (20 de septiembre al 29 de octubre del 2010). Tesis Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-León), León, Nicaragua. Pág. 4, 11.

Herrera C, 2009. "Folleto calidad agua", Componente Curricular de Calidad de agua, Carrera de Ingeniería Acuícola. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León, Nicaragua, pp. 6-18.

Herrera C, 2012. FACTORES FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL AGUA DE LOS ESTANQUES CAMARONEROS. Carrera de Ingeniería Acuícola, Facultad de

Ciencias y Tecnología, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua León, Nicaragua pp. 102.

Herrera C y E. Martínez, 2009. Guía para el componente curricular CAMARONICULTURA de la Carrera de Ingeniería Acuícola, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León, pp. 1- 69.

Herrera, C,2012 (1). Folleto de larvicultura. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-León), león, Nicaragua. Pág. 2

Jory, D.E. 2005. Prácticas de Alimento y Manejo para un Medio Ambiente Saludable en estanque. pp 118-143. En: C.L. Browdy y J.S. Hopkins, editores. Nadando en aguas turbulentas. Actas de la Sesión Especial sobre cultivo de camarón, Acuicultura 95 .reunión Mundial de Acuicultura Anual, San Diego, California. 2 a 6 feb, 1995.

http://www.uanl.mx/utilerias/nutricion_acuicola/VII/archivos/32LuisMartinez.pdf

Largaespada, F, 2011. Relación existente, entre turbidez y coloración del agua, con las densidades de algas en los estanque de la granja Vipalva, Puerto Morazán. Tesis Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-León), León Nicaragua. Pág. 31

Meyer, D. 2004 Introducción Acuicultura, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras 2004,pp 31:34, 50:56

http://pdacrsp.oregonstate.edu/pubs/featured_titles/Introduccion%20Acuicultura.pdf

Martínez, E, 2009. Producción de camarones marinos a dos densidades de siembra en estanques de concreto, utilizando sistema intensivo sin aireación. Las Peñitas, Nicaragua. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-León), León, Nicaragua. Pág. 2.

Martínez, E,2012. Crecimiento y desarrollo. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN-León, León, Nicaragua. Pág. 1, 4.

Martínez 2012. Crecimiento de camarones Marinos *Litopenaeus Vannamei* en estanques de concreto. Laboratorio de Investigaciones Marinas y Acuícolas (LIMA). UNAN – León. León Nicaragua. 8pp.

Martínez, E, Barreto, A, Herrera, C,2013. El crecimiento de postlarvas de camarones *Litopenaeus vannamei* en condiciones controladas. DISPONIBLE:

<https://docs.google.com/file/d/0B26D1eFiWs9AMF93Q09ERTdCMEE/edit?pli=1>

Morales, M, Solano, L,2010. Eficiencia de los alimentos de marca purina y Nicovita en el crecimiento de los camarones *Litopenaeus vannamei*, en condiciones de cultivo. Tesis Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-León), León, Nicaragua. Pág. 4, 5

Pereira C. Reyes L. (2010). Efecto del Inicio de la alimentación de los Camarones *Litopenaeus vannamei* inmediatamente después de sembrados vs 21 días después, a una densidad de 15 individuos por metros cuadrados en condiciones experimentales. Protocolo de Tesis pp. 7-11 y 23,24.

Salinas, J,2009. Comparación de las tasas de conversión alimenticia de camarones *Litopenaeus vannamei* en cultivo hiperintensivo sembrados a dos densidades diferente. Tesis Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-León), león Nicaragua. Pág. 8, 9.

Schrader, K.K., Rimando, A. M., Duke, S.O. 2002. Compuestos naturales para el tratamiento de indeseables floraciones del fitoplancton. Es: Atta-ur-Rahman, editor. Estudios de Productos Naturales Química. Vol.. 26. Productos Naturales Bioactivos (parte G). ElsevierScience B.V., Ámsterdam, Países Bajos. pp. 351-389.

http://www.uanl.mx/utillerias/nutricion_acuicola/VII/archivos/32LuisMartinez.pdf

Schrader, K.K., and Tucker, C.S. 2003. Evaluation of diquat as a potential algicide for controlling the musty-odoc-producing Cyanobacterium Oscillatoria perornata in catfish aquaculture ponds. J. Appl. Aquaculture, vol 14. Pp. 149-154.

Santamaría, L and García, E. 1991, parámetros importantes en la calidad de agua del cultivo de organismos acuáticos en estanques de agua salobre. Manual técnico. Panamá, Dirección Nacional de Extensión Agropecuaria.

<http://www.uca.edu.ni/encuentro/images/stories/2012/pdf/46e/46e4a.pdf>

Sears, K., Alleman, J.E., Barnard, J.L., Oleszkiewicz, J.A., 2006. Density and activity characterization of activated sludge flocs. J. Environ. Eng.-ASCE 132 (10), 1235–1242.

http://scholar.google.com.ni/scholar?hl=es&as_sdt=0,5&as_vis=1&q=The+basics+of+biofloc+technology%3A+The+added+value+for+aquaculture+P.+De+Schryver,+R.+Crab,+T.+Defoirdt,+N.+Boon,+W.+Verstraete+%E2%81%8E

Shelby R.A, Schrader K.K, Tucker A, Klesius P.H, Myers L.J. 2004. Detection of catfish off-flavour compounds by trained dogs. Aquaculture Research. ;35:888–892.

Suarez, E, 2006. Revisión sobre algunas características físicas y control de calidad de los alimentos comerciales para camarón en México. DISPONIBLE:

<http://nutricionacuicola.uanl.mx/numeros/8/21CruzSuarez.pdf>

Talavera, V, Sánchez, D, Zapata, L Nicovita, volumen 2, ejemplar 11 de noviembre, 1997. Importancia de los lípidos en la nutrición de camarones. DISPONIBLE:

Vargas, M. Balladares, J. (2011). Efectos de los alimentos Purina y Nicovita sobre el crecimiento del camarón blanco Litopenaeus vannamei en condiciones experimentales controladas. TESIS PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO ACUÍCOLA, UNAN-Leon, Nicaragua. pp: 9

Wikipedia. 2013. Definición de población biológica. DISPONIBLE:

http://es.wikipedia.org/wiki/Poblaci%C3%B3n_biol%C3%B3gica

Wikipedia. 2013. Definición de Temperatura. DISPONIBLE:

(<http://conceptodefinicion.de/temperatura/>)

Wilén, B.M., Jin, B., Lant, P., 2003. The influence of key chemical constituents in activated sludge on surface and flocculating properties. *Water Res.* 37 (9), 2127–2139.

http://scholar.google.com.ni/scholar?hl=es&as_sdt=0,5&as_vis=1&q=The+basics+of+biofloc+technology%3A+The+added+value+for+aquaculture+P.+De+Schryver,+R.+Crab,+T.+Defoirdt,+N.+Boon,+W.+Verstraete+%E2%81%8E.

Wyban, J.A. y J.N. Sweeney. 1991. Intensive shrimp production technology. The Oceanic Institute, Honolulu, Hawaii. (Disponible en: ARGENT CHEMICALS, Redmond, Washington 98052). Excelente manual práctico sobre la biología y técnicas del cultivo intensivo de *Penaeus vannamei*. Incluye mucha información útil! Sobre el manejo de los reproductores y la crianza de post larvas como se practica en el instituto Oceánico de Hawaii. pp116.

http://pdacrsp.oregonstate.edu/pubs/featured_titles/Introduccion%20Acuacultura.pdf.

10.- ANEXOS





