

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



TESIS PREVIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO ACUÍCOLA

Tema:

Crecimiento de camarones blancos juveniles *Litopenaeus vannamei* en condiciones experimentales de alimentación: Dieta comercial con flóculo vs Dieta comercial sin flóculo, a bajas densidades de siembra.

Autores:

Br. Carolina Mercedes Gómez Mendoza.
Br. Katherin Lisbeth González Arróliga.

León, Octubre 2015.

“A LA LIBERTAD, POR LA UNIVERSIDAD”

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



TESIS PREVIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO ACUÍCOLA

Tema:

Crecimiento de camarones blancos juveniles *Litopenaeus vannamei* en condiciones experimentales de alimentación: Dieta comercial con flóculo vs Dieta comercial sin flóculo, a bajas densidades de siembra.

Autores:

Br. Carolina Mercedes Gómez Mendoza.
Br. Katherin Lisbeth González Arróliga.

Tutora:

MSc. Claudia Herrera Sirias.

León, Octubre 2015.

“A LA LIBERTAD, POR LA UNIVERSIDAD”

RESUMEN

Se estima que para el año 2010 la producción acuícola mundial fué de 59.9 millones de toneladas lo que representa un valor de \$119.4 billones de dólares. (FAO, 2014). La acuicultura en Nicaragua, se estima en el año 2013, \$176 millones de dólares equivalente a las exportaciones de camarón. (Martínez, 2013). En esta industria el alimento balanceado constituye uno de los principales costos de operación alcanzando niveles cercanos al 60%. Dando alternativas para disminuir ese 60% se buscó alternativas como la sustancia llamada flóculo. (De Schryver. *et al*, 2008). Por tal motivo esta investigación tiene como propósito principal: Determinar el efecto del flóculo en el Crecimiento de camarones blancos juveniles *Litopenaeus vannamei* en condiciones experimentales de alimentación: Dieta comercial con flóculo vs Dieta comercial sin flóculo, a bajas densidades de siembra. El experimento se ubicó en las instalaciones del Laboratorio de Investigaciones Marinas y Acuícolas (LIMA) de la UNAN-LEÓN, en Las Peñitas -León. Este se dividió en dos tratamientos (T1): Dieta comercial con flóculo (T2): Dieta comercial sin flóculo, cada uno constó con tres repeticiones. El experimento duró 27 días. Se midieron factores físicos – químicos y parámetros poblacionales. Dando como resultados los siguientes: Los valores de Oxígeno Disuelto se presentaron en el T1: entre 4,8 mg/L y 6,6 mg/L y en el T2: entre 4,7 mg/L y 6,2mg/L. Los valores de Temperatura durante todo el experimento fueron: T1: entre 26,5 °C y 29,7 °C. En el T2: entre 26,7 °C y 29,5 °C. Los valores de salinidad oscilaron en: T1: entre 26 ‰ y 35 ‰ y en el T2: entre 26 ‰ y 35 ‰. Los valores del pH en el T1: variaron entre 7,5 y de 8,4 y en el T2: fueron entre 7,5 y 8,1. En el Crecimiento Acumulado se reflejó un aumento en el T1: logrando un peso mayor final de 5,3 gr y el T2: un peso final de 4,6 gr. Los Ritmos de Crecimiento finales que presentó el experimento son el T1: un valor de 0,9 gr y el T2: con 0,8 gr. Los valores de Tasa de Crecimiento al finalizar el experimento fueron: el T1: reportó un valor final de 1,6 gr y el T2: presentó un valor de: 1,7gr. El FCA en ambos tratamientos presentó valores de 1. En ambos tratamientos se reportó una sobrevivencia final del 100%. Al finalizar este experimento el T1: reportó un Rendimiento Productivo de 1536,1 libras/Ha y el T2: de 1333,2 libras/Ha. De acuerdo a los resultados obtenidos en el experimento llegamos a la conclusión que los Factores Físicos y Químicos no afectaron en el crecimiento de los organismos. Según el análisis estadístico existe diferencia significativa ($P>0,05$) entre ambos tratamientos, aceptando la hipótesis alternativa: El efecto en el crecimiento de camarones blancos juveniles *Litopenaeus vannamei* alimentados con dieta comercial con flóculo será diferente a los alimentados con la dieta comercial sin flóculo.



DEDICATORIA

Primeramente a Dios nuestro padre celestial por haberme brindado la vida, salud, inteligencia, sabiduría y mucha perseverancia en todo este recorrido que he emprendido como estudiante y sobre todo poder realizar con éxito mi tesis desde su inicio hasta el final.

Con mucho cariño, amor y orgullo a mi madre *María Mercedes Mendoza Solís* que gracias a sus sacrificios, apoyo incondicional, amor y valores hacia mi persona ha formado una mujer de bien. Asimismo por siempre darme fuerzas, ánimo y consejos para poder llegar a cumplir con cada uno de mis propósitos, por estar ahí cuando he tenido un problema y ser madre, padre y una amiga incondicional con la que siempre contaré. **A mi padre** *Nórlan Nicolás Gómez Chévez* (q.d.e.p), que en vida me brindó amor, consejos, apoyo incondicional, ánimo y valores morales y aunque él ahora esté en la santa gloria de Dios sé que desde arriba me sigue cuidando y deseando lo mejor para mí.

A toda mi familia tanto materna como paterna (abuelas(os), tias(os), primas(os), etc) por su cariño, consejos, apoyo incondicional y económico.

A la **Msc. Claudia Herrera**, por ser nuestra tutora, orientarnos en la atención para la elaboración de la tesis, por su respaldo e inspiración para nosotras.

Al **Dr. Evenor Martínez G.** por su paciencia, orientación y tiempo así como también por compartir su experiencia en la rama de la acuicultura para que nuestra tesis hoy esté terminada.

Carolina Mercedes Gómez Mendoza.



DEDICATORIA

Primeramente a Dios por haberme permitido culminar mis estudios y guiarme por el camino del bien, Darle las gracias porque nos llenó de fe, sabiduría, fuerza, perseverancia, a lo largo de todo este tiempo.

A **nuestros padres** por su amor y dedicación que nos brindaron siempre, por su apoyo incondicional en todo momento tanto de manera moral como económica y gracias a ellos logramos la finalización nuestros estudios universitarios y así mismo coronar una carrera universitaria para poder ser profesionales de bien.

A la **Msc. Claudia Herrera**, por ser nuestra tutora, por orientarnos en la atención para la elaboración de la tesis, por su respaldo e inspiración para nosotras.

Al **Dr. Evenor Martínez G.** por su paciencia, orientación y tiempo así como también por compartir su experiencia en la rama de la acuicultura para que nuestra tesis hoy esté terminada.

Katherín Lisbeth González Arróliga.



AGRADECIMIENTOS

Nuestros más sinceros agradecimientos:

A Dios por habernos dado la vida y toda la sabiduría para poder finalizar nuestra carrera.

A nuestros padres que incondicionalmente están con nosotros apoyándonos moral, emocional y económicamente a lo largo de toda nuestra vida y dándonos los mejores consejos que nos son útiles para mejorar como hijos y profesionales.

A todo el gremio de profesores de la universidad UNAN-León, que nos ayudaron a forjarnos como profesionales eficientes y eficaces.

A nuestra tutora de tesis, M.Sc. Claudia Herrera por habernos guiado y ayudado durante toda la realización de nuestra tesis. También agradecemos por todas sus enseñanzas y consejos que aportaron de forma positiva en nuestra formación profesional y personal.

Al Dr. Evenor Martínez por su excelente desempeño su valiosa colaboración, aportes de su conocimiento, compromiso y paciencia que hicieron posible la realización de este trabajo.

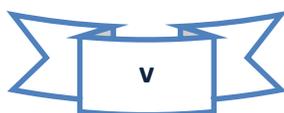
Carolina Mercedes Gómez Mendoza.

Katherin Lisbeth González Arróliga.



INDICE CONTENIDO

RESUMEN	i
DEDICATORIA	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
INDICE CONTENIDO.....	v
I- INTRODUCCION	1
II- OBJETIVOS.....	3
III- HIPÓTESIS.....	4
IV- LITERATURA REVISADA	5
4.1-Clasificación Taxonómica del camarón <i>Litopenaeus vannamei</i>	5
4.2- Ciclo de vida del camarón <i>Litopenaeus vannamei</i>	5
4.3- Hábitos alimenticios del ciclo de vida del camarón <i>Litopenaeus vannamei</i>	8
4.4 - Sistema Digestivo de Camarones.....	8
4.4.1- Apéndices.....	8
4.4.2- Estómago e intestino.	9
4.4.3- Hepatopáncreas o glándula del intestino medio.	9
4.4.4- Comportamiento alimenticio en el sistema digestivo de los camarones.	10
4.4.5- Ingestión del alimento en los camarones.....	10
4.4.6- Energía en Camarones.....	11
4.5- Sistemas de producción en el cultivo del camarón <i>Litopenaeus vannamei</i>	11
4.5.1-Extensiva.	11
4.5.2-Semi-intensiva.	12
4.5.3-Intensiva.	12
4.5.4-Super-intensivo.....	13



4.6- Calidad de Agua en el cultivo del camarón <i>Litopenaeus vannamei</i>.....	13
4.6.1- Variables químicas.....	14
- Oxígeno disuelto.....	14
- pH.....	15
4.6.2- Variables físicas.....	16
- Temperatura.....	16
-Salinidad.....	18
4.7- Muestreos Poblacionales en el cultivo del camarón <i>Litopenaeus vannamei</i>.....	19
4.7.1- Crecimiento Acumulado.....	19
4.7.2- Ritmo de crecimiento.....	19
4.7.3- Tasa de crecimiento.....	19
4.7.4- Factor de conversión alimenticio.....	20
4.7.5- Supervivencia.....	20
4.7.6- Rendimiento productivo.....	20
4.8- Alimentación y nutrición en camarones <i>Litopenaeus vannamei</i>.....	21
4.8.1- Alimentación artificial.....	21
4.8.2- Alimentación natural de los camarones.....	25
Productores Primarios.....	26
Productores Secundarios.....	27
4.9- Tecnología Biofloc en el cultivo de camarón <i>Litopenaeus vannamei</i>.....	28
4.9.1- Historia del Biofloc.....	29
4.9.2- El papel de los microorganismos en el Biofloc.....	29
4.9.3- Metodología para la creación y manejo del flóculo en el cultivo de camarón <i>Litopenaeus vannamei</i>	30
4.9.4 -Aplicación de flóculo.....	31
4.9.5- Conteo de flóculos.....	32

4.10- Tabla de alimentación teórica.....	32
4.10.1- Métodos de aplicación del alimento.....	33
4.10.2- Factores que afectan en la alimentación del camarón.....	34
4.10.3- Frecuencia de alimentacion de camarones.	37
4.10.4- Buenas prácticas de alimentación.	38
V- MATERIALES Y MÉTODOS.....	40
5.1- Localización de sitio donde se realizó el experimento.....	40
5.2- Dispositivo y diseño experimental.	40
5.3- Aclimatacion y siembra.	42
5.4- Factores físicos – químicos del experimento.....	43
5.4.1- Oxígeno Disuelto.	43
5.4.2- Temperatura.	43
5.4.3- Salinidad.....	43
5.4.4- pH.....	43
5.5- Parámetros poblacionales del experimento.	44
5.5.1- Crecimiento Acumulado.....	44
5.5.2- Ritmo de Crecimiento.	44
5.5.3- Tasa de Crecimiento.....	44
5.5.4- Factor de Conversión Alimenticio.	45
5.5.5- Supervivencia.	45
5.5.6- Rendimiento Productivo.....	45
5.6- Elaboración del flóculo.....	45
5.7- Régimen de alimentación.....	47
VI- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	48
VII- CONCLUSIONES.....	59
VIII- RECOMENDACIONES.....	60
IX- BIBLIOGRAFÍA.....	61
X- ANEXOS.....	67

I- INTRODUCCION

La Camaronicultura se ha desarrollado en los últimos años como una actividad económica, se estima que para el año 2010 la producción acuícola mundial fué de 59.9 millones de toneladas lo que representa un valor de \$119.4 billones de dólares. (FAO, 2014). El cultivo de camarones *Litopenaeus vannamei* es uno de los más cultivos exitosos de crustáceos y representa el 71.8 % de la producción mundial de todas las especies de camarones marinos cultivados. 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, estimándose en el año 2013, \$176 millones de dólares equivalente a las exportaciones de camarón. (Martínez, 2013).

El alimento balanceado constituye uno de los principales costos de operación y en algunas camaroneras alcanza niveles cercanos al 60% y tales costos se aumentan aún más en aquellas que no toman en cuenta la productividad natural de los estanques. En el caso de la acuicultura, el alimento balanceado es esencial en las dietas completas para cultivos intensivos y semi-intensivos, ya que para satisfacer los elevados requerimientos nutricionales de las especies en cultivo, se necesitan altos niveles de proteína de alta calidad, con adecuados balances de aminoácidos esenciales, ácidos grasos esenciales y otros nutrientes que la harina de pescado puede proporcionar. (Craig y Helfrich, 2002). Además 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. Con el transcurso del tiempo en otros países se han elaborado alternativas para mejorar la producción camaronera pero a bajos costos, una de ellas es el biofloc.

La tecnología de biofloc (TBF) consiste en el co-cultivo de bacterias heterotróficas, microalgas y otros microorganismos asociados en conglomerados, o flóculos, que crecen en los estanques de cultivo.

La aplicación del biofloc tiene el potencial de recuperar el alimento ofrecido estimándose entre un 10-20% reduciendo significativamente el desperdicio del alimento (De Schryver *.et al*, 2008). Por esta razón en Nicaragua se pretende poner en marcha ésta Tecnología para desarrollar una acuicultura sustentable para los productores.

Los resultados de este experimento lograrán ayudar a Acuicultores y Técnicos sobre el uso y beneficios que este suplemento de alimento natural (flóculo) posee al adicionarlo al alimento comercial y de esta manera aprovechar la productividad primaria y los microorganismos asociados que muchas veces no se toma en cuenta. Permitiendo así destacar el valor proteínico que genera para un buen desarrollo de los camarones.

II- OBJETIVOS

General:

Determinar el efecto del flóculo en el Crecimiento de camarones blancos juveniles *Litopenaeus vannamei* en condiciones experimentales de alimentación: Dieta comercial con flóculo vs Dieta comercial sin flóculo, a bajas densidades de siembra.

Específicos:

1. Verificar que los valores de los factores físicos – químicos (oxígeno disuelto, temperatura, salinidad y pH) no sean diferentes significativamente entre repeticiones ni entre tratamientos.
2. Evaluar el Crecimiento Acumulado, Ritmo de Crecimiento, Tasa de Crecimiento en los camarones juveniles *Litopenaeus vannamei* sometidos en las condiciones experimentales.
3. Calcular el Factor de Conversión Alimenticio, Supervivencia y el Rendimiento Productivo de los camarones juveniles *Litopenaeus vannamei* del experimento.

III- HIPÓTESIS

Ho: El efecto del flóculo en el crecimiento de camarones blancos juveniles *Litopenaeus vannamei* alimentados con dieta comercial con flóculo será igual a los alimentados con la dieta comercial sin flóculo.

Hi: El efecto del flóculo en el crecimiento de camarones blancos juveniles *Litopenaeus vannamei* alimentados con dieta comercial con flóculo será diferente a los alimentados con la dieta comercial sin flóculo.

IV- LITERATURA REVISADA

4.1-Clasificación Taxonómica del camarón *Litopenaeus vannamei*.

El Camarón blanco *Litopenaeus vannamei* pertenecen a la Familia *Penaeidae*, presentan cuerpo subcilíndrico, alargado, comprimido con abdomen o cuerpo (pleón) más largo que el cefalotórax o cabeza (cefalón y pereión). Todo el animal está recubierto exteriormente por un exoesqueleto o caparazón (cáscara o tegumento quitinoso) y termina en una nadadera caudal constituida por un par de urópodos y el telson o cola. En el estado adulto y fresco, se distingue por su coloración blanco mate.

Tabla Nº1-Taxonomía de *Litopenaeus vannamei*.

Phylum:	Arthropoda
Clase:	Malacostraca
Orden:	Decápoda
Suborden:	Dendobranchiata
Superfamilia:	Penaeidea
Familia:	Penaeidae
Género:	<i>Litopenaeus</i>
Especie:	<i>Vannamei</i>

(Pérez-Farfante y Kensley, 1997).

4.2- Ciclo de vida del camarón *Litopenaeus vannamei*.

La reproducción del camarón comienza en aguas alejadas de la costa, cuando el macho deposita en la hembra un paquete de esperma que fertiliza los huevos a medida que son puestos (Morales, 1990). Las hembras grávidas son reconocidas fácilmente por sus ovarios verdes, visibles a través del caparazón (Van Olst y Carlberg, 1972). Luego de la eclosión del huevo, que dura de 14 a 16 horas después de la fertilización, el estadio larvario siguiente se llama:

4.2.1- Nauplio.

Existiendo cinco sub-estadios naupliares (Morales, 1990), 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 (Arellano, 1990), poseen un sólo ocelo, y el cuerpo está indiferenciado. En ésta etapa se alimentan de las reservas de vitelo. (Morales, 1990).

4.2.2- 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 delante (Edemar. *et al*, 1996), éste estadio consta de tres subestadios 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 microalgas fitoplanctónicas. (Arellano, 1990).

4.2.3- Mysis.

En el cual se puede observar el cuerpo encorvado en la región abdominal y nado mediante contracciones abdominales (Edemar. *et al*, 1996), esta etapa consta de tres subestadios con una duración total de 3 días. En los siguientes tres estadios se desarrollarán poco a poco los pleópodos 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 periópodos para agarrarse y arrastrarse (Edemar. *et al*, 1996).

4.2.4- Post-larva.

Se caracteriza por medir aproximadamente 5,05mm, el final de desarrollo larval en el camarón, posee un aspecto muy semejante al juvenil y adulto, además no se observan cambios drásticos en la morfología. Los pleópodos se presentan bien desarrollados y con largas setas, que son los principales órganos de la natación. Aquí el camarón comienza a desplazarse hacia las franjas costeras o esteros. Al final alcanza tamaño de 12mm de longitud aproximadamente 14 días después de la primer postlarva. (Edemar. *et al*, 1996).

4.2.5- Juveniles.

En esta fase del camarón es aproximadamente un adulto teniendo toda su fisiología completamente desarrollada. Empiezan a alimentarse de detritos bénticos, gusanos, bivalvos y crustáceos. Migran hacia la costa manteniéndose un lapso 3 a 4 meses, a aguas menos profundas y de baja salinidad: por ejemplo, zonas de manglar, esteros, lagunas, ricas en materia orgánica, donde crecen hasta alcanzar estadios de adulto o Preadulto migrando luego a mar abierto para madurar y reproducirse.

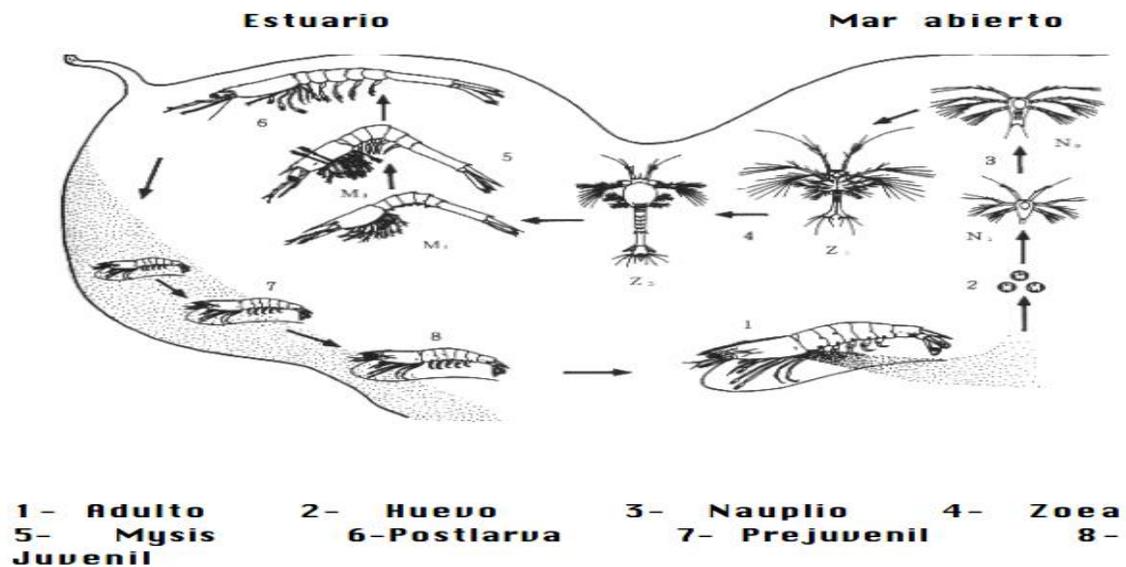


Figura N° 1- Ciclo de vida del camarón. Está dividido en dos fases: la Marina y la estuarina. (Morales, 1990).

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

4.3- Hábitos alimenticios del ciclo de vida del camarón Litopenaeus vannamei.

Los camarones son omnívoros, a lo largo de su ciclo de vida comen algas u otros invertebrados, según abundan en su entorno y pueden también aprovechar los restos de otros organismos ya muertos; es decir, los camarones también son carroñeros y pueden alimentarse además de materia orgánica y bacterias que se encuentran entre el fango.

Tabla N°2- Hábitos alimenticios del ciclo de vida 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	Planctónica, natación por apéndices cefálicos.
Mysis	Zooplancton	Planctónica, natación por apéndices del tórax.
Postlarva	Zooplancton y posteriormente alimentación omnívora	Los primeros estadios son planctónicos, luego hábitos bénticos, natación por pleópodos
Juvenil	Material vegetal, ya sea directamente, a través de las presas o en los detritos.	Bentónicos y se alimentan de detritos bénticos, gusanos, bivalvos y crustáceos

(Herrera y Martínez, 2009).

4.4 - Sistema Digestivo de Camarones.

4.4.1- Apéndices.

Para los camarones los apéndices ubicados en la parte cefálica, denominados mandíbulas, maxilas, rodean la boca y maceran los alimentos antes de que estos sean introducidos en el esófago el cual es corto, los tres primeros pares de apéndices torácicos están transformados en patas-maxilas o maxilípedos y también colaboran en la maceración y manipulación del alimento, el resto de apéndices torácicos tienen función locomotora.

En el caso de las antenas y las anténulas éstas contribuyen en la ubicación y reconocimiento del alimento debido a la capacidad quimiorreceptora que poseen. (Guevara, 2003).

4.4.2- Estómago e intestino.

Del esófago se pasa al estómago el cual está dividido en dos partes: la anterior denominada cardiaca o estomacal la cual reserva los alimentos ingeridos y la parte posterior o pilórica. El alimento al entrar al tubo digestivo puede seguir diferentes rutas, dependiendo del tamaño de la partícula. Las partículas grandes se quedan en la bolsa cardiaca y son enviadas por el movimiento muscular del estómago donde son sometidas a una molienda, las partículas ya pequeña pueden pasar a cada lado de la válvula por unas depresiones laterales o canales cardiacos inferiores las cuales son filtradas y pasan a la glándula del intestino medio o hepatopáncreas. En el estómago es donde los alimentos ingeridos se convierten en un fluido e igualmente donde se produce la mayor parte de la digestión química. (Guevara, 2003).

4.4.3- Hepatopáncreas o glándula del intestino medio.

La función principal de éste es la producción de enzimas digestivas que envía al intestino medio para la degradación química del alimento, sin embargo, contribuye también como órgano reservorio y como órgano de absorción de los productos digestivos. (Guevara, 2003).

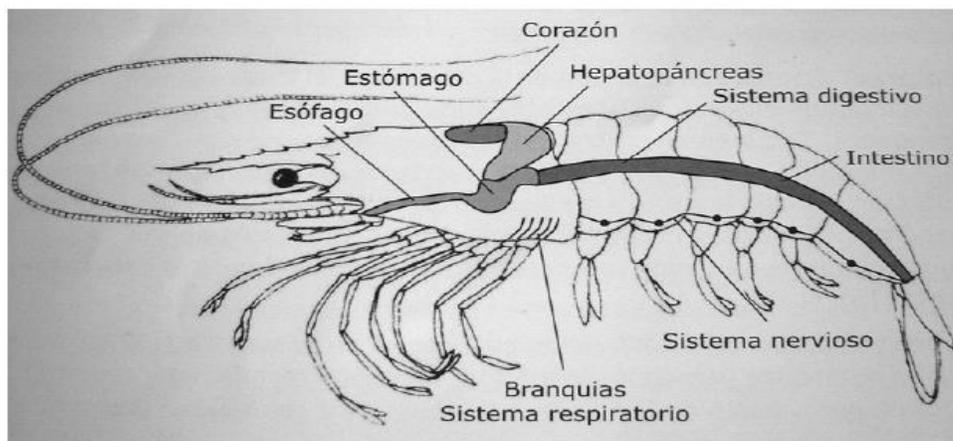


Figura N°2- Sistema digestivo del camarón *Litopenaeus vannamei*. (Guevara, 2003).

4.4.4- Comportamiento alimenticio en el sistema digestivo de los camarones.

La detección del alimento por los camarones es realizada mediante mecanismos quimiosensorios en vez de visuales, los cuales están ubicados en los apéndices anteriores, antenas y antenulas. Al detectar el olor, los camarones se alertan, se mueven sobre el substrato con dirección al alimento y rápidamente lo agarran con las tres primeros pares de periópodos terminados en quelas. En el proceso de ubicación, juntada, sujeción o transporte del alimento hacia las partes de la boca, pueden intervenir separadamente cada par de periópodos. La reducción del alimento en partículas adecuadas para su ingestión, es realizada por las partes de la boca; la que está compuesta por tres pares de maxilipedos, dos pares de maxililas y un par de mandíbulas altamente quitinizadas. (Anónimo 1).

4.4.5- Ingestión del alimento en los camarones.

El alimento ingerido es posteriormente masticado a partículas más finas por las mandíbulas antes de ser engullido. El alimento pasa a través del esófago e ingresa a la cámara anterior del proventrículo (intestino medio), donde es reducido mecánicamente y por las enzimas digestivas a un estado semi-líquido; luego separado en fluidos y fracciones gruesas por las setas densas. El fluido pasa a la cámara posterior y finalmente hacia los túbulos del hepatopáncreas para su posterior digestión y absorción.

Las partículas más gruesas pasan directamente hacia el intestino medio, donde ocurre algo de digestión y el cual es un lugar importante de absorción de nutrientes. Las porciones no digeridas y no absorbidas del alimento ingresan hacia el intestino posterior, el cual sirve básicamente como región para la compactación y transporte de los materiales fecales.

Recordemos la anatomía y fisiología de los camarones. Su tracto intestinal es corto y el recorrido del alimento es rápido, evacuándolo después de 4-5 horas. Al absorber los nutrientes y quedar vacío el tracto intestinal, los camarones tienen que volver a ingerir alimento de origen natural o artificial, para satisfacer sus requerimientos energéticos demandados por el metabolismo (ingestión, respiración, excreción, movimiento y crecimiento). (Anónimo 1).

4.4.6- Energía en Camarones.

Los camarones al igual que los peces y los demás animales, requieren energía para el crecimiento el cual se conoce con el nombre de muda, actividad muscular y reproducción; así mismo, la tasa metabólica está influenciada por la temperatura del agua, especie, edad, talla, actividad, condición física, función corporal y otros factores como: oxígeno, dióxido de carbono, pH y salinidad, sin embargo, los camarones al igual que los peces requieren más baja energía en la dieta que los animales terrestres, esto debido a que no regulan la temperatura corporal y en lugar de excretar urea o ácido úrico excretan amonio.

Algunos autores mencionan que un método simple para proveer en forma adecuada los niveles de energía en el alimento de los camarones es mantener una relación de proteína / lípidos de aproximadamente 6:1, por ejemplo una proteína de 40 % debe tener 6.7 % de lípidos. Excesos de energía en la dieta pueden causar disminución en la toma de alimento y por consiguiente se limita el consumo de proteína y de otros nutrientes esenciales, lo que en algunos casos puede ocasionar la muerte o deficiencias de crecimiento. (Guevara, 2003).

4.5- Sistemas de producción en el cultivo del camarón Litopenaeus vannamei.

4.5.1-Extensiva.

Esta técnica es común en los países latinoamericanos. Los cultivos extensivos de *P. vannamei* desarrollan en las zonas inter mareales, donde no hay bombeo de agua ni aireación. Los estanques suelen ser de forma irregular, con una superficie de entre 5 y 10 ha (o hasta 30 ha) y una profundidad de entre 0,7 y 1,2 m. Generalmente, se empleaba semilla silvestre que entraba a los estanques con la marea alta, o se adquiría a los recolectores de semilla; desde la década de 1980 se utiliza PL obtenida de las incubadoras, con una densidad de 4–10/m².

El camarón se alimenta a base de alimentos producidos naturalmente mediante fertilización, y dosis una vez al día de alimentos balanceados de bajas proteínas.

A pesar de la baja densidad, a los 4 ó 5 meses se cosechan camarones pequeños de entre 11 y 12 g. El rendimiento en estos sistemas extensivos es de 150–500 kg/ha/cosecha, con una o dos cosechas anuales. (Boyd y Clay, 2002).

4.5.2-Semi-intensiva.

Los estanques de cultivo semi intensivo (1–5 ha) emplean semillas producidas en incubadoras, con densidades de siembra entre 10 y 30 PL/m². Estos sistemas son comunes en América Latina. El agua se bombea para su recambio, los estanques tienen una profundidad de entre 1 y 1,2 m y si acaso, emplean un mínimo de aireación artificial. El camarón se alimenta de productos naturales propiciando su producción mediante fertilización del estanque, complementado con alimentación 2 ó 3 veces al día. Los rendimientos de la producción en estanques semi intensivos varían entre 500 y 2 000 kg/ha/cosecha, con dos cosechas por año. (Boyd y Clay, 2002). Según Martínez, 2013. En estanques con densidad de siembra de 15 ind/m², se espera un equivalente a 2560 libras de camarón entero por hectárea.

4.5.3-Intensiva.

Las granjas intensivas comúnmente se ubican fuera de las áreas intermareales, donde los estanques puedan drenarse totalmente, secarse y prepararse antes de cada ciclo; cada vez más se ubican lejos del mar, en tierras más baratas y de baja salinidad. 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. (Boyd y Clay, 2002).

4.5.4-Super-intensivo.

Sistemas de canales de flujo rápido en invernaderos, con recambio continuo de agua, utilizando larvas de cepas SPF (libres de patógenos específicos por su sigla en inglés).

El cultivo se realiza 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, logrando obtener producciones de entre 28 000 y 68 000 kg/ha/cosecha a tasas de crecimiento de 1,5 g/semana.(Boyd y Clay, 2002).

4.6- Calidad de Agua en el cultivo del camarón Litopenaeus vannamei.

Según Boyd, 1990. 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.

Esta calidad, estará fuertemente influenciada por las prácticas del manejo realizado en los estanques; donde se incluye, por ejemplo, la densidad de siembra, las estrategias adoptadas para su fertilización, la alimentación suplementaria ofrecida, la toma de datos sobre las variables físicas y químicas, etc.

Algunas características propias del agua de cultivo, limitan fuertemente la producción camarones y peces, como por ejemplo, la calidad de los minerales disueltos, el pH del agua, la alcalinidad, la dureza; que serán influenciados según el origen de la fuente de agua de abastecimiento e influida por los suelos que esta atraviesa; y por los suelos; así como por los aspectos geológicos y climáticos del sitio elegido. (Boyd, 1990).

4.6.1- Variables químicas.

- Oxígeno disuelto.

Es la variable de la calidad del agua más crítica en la cría del camarón, muchas veces la mortalidad de los camarones en estanques puede ser relacionada con una falta de oxígeno. La solubilidad del oxígeno en agua depende de la temperatura, de la presión atmosférica y de la salinidad. La fuente de oxígeno en un estanque de cría semi-intensivo cuando no se utiliza aireador, es el fitoplancton durante el día y el recambio de agua. Rangos a mantener entre los 4mg/L a 6mg/L. (Herrera y Martínez, 2009).

Proceso de medición:

Para la medición de la concentración de oxígeno se utilizará un oxigenómetro unido a una sonda, este deberá ser previamente calibrado. Para medir, se enciende el aparato, se calibra presionando la tecla MODE y se anota la salinidad de la muestra de agua, posteriormente se regresa a inicio y se comienza a tomar el valor introduciendo la sonda en el agua, moviéndola en círculos lentamente y se espera a que se estabilice la medida. Una vez estabilizada se anota el valor de la concentración de oxígeno en mg/L. Después de medir, el electrodo ha de ser lavado con agua destilada cuidadosamente y protegido con el capuchón. (Alba-Tercedor, 1996).

En estanques camaroneros semi-intensivos, un mínimo de dos mediciones deberían de realizarse a diario durante el ciclo de cultivo. Las mediciones hechas al amanecer y al atardecer normalmente proveerán información sobre los extremos diarios. Las condiciones críticas de oxígeno ocurren en la noche. (Alba-Tercedor, 1996).

Tabla Nº 3- Concentraciones de oxígeno disuelto en el cultivo de camarón.

Niveles de Oxígeno disuelto	Afectación
0 - 1.3 mg/L	Letal
1.3 - 1.7 mg/L	Letal con exposición prolongada
1.7- 3.0 mg/L	Pobre conversión del alimento, crecimiento lento, disminución de resistencia a enfermedades si la exposición es continua
4 - 6mg/L.	Mejor crecimiento
Sobresaturación	Puede ser dañino si las condiciones existen por todo el estanque.

(Herrera y Martínez ,2009).

- pH.

El pH se define como el logaritmo negativo de la concentración de iones de hidrógeno (H⁺): $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$ (Boyd and Tucker, 1992). El pH del agua del estanque depende de la concentración en oxígeno y de los demás elementos ácidos. La fotosíntesis con un consumo de dióxido de carbono (CO₂) conduce a un aumento del pH y la producción de CO₂ con la respiración conduce a una baja del pH. Los rangos óptimos de pH son de 6.5 a 9. El pH indica cuán ácida o básica es el agua. (Herrera, 2012).

Proceso de medición:

Para medir este parámetro utilizaremos un Peachimetro previamente calibrado unido a una sonda. La sonda está protegida con un capuchón que hay que retirar cuidadosamente. Para medir, se enciende el aparato, se introduce al agua y se espera a que se estabilice la medida. Una vez estabilizada se anota el valor del pH. Después de medir, debe ser lavado con agua destilada cuidadosamente y protegido con el capuchón. (Alba-Tercedor, 1996).

Tabla N°4- Efecto del pH en el cultivo del camarón.

Punto de acidez	4
No reproducción	4-5
Crecimiento lento	4-6
Mejor crecimiento	6.5 a 9
Crecimiento lento	9-11
Punto letal de alcalinidad	11

(Herrera y Martínez, 2009).

Tabla N°5- Principio general del manejo del pH.

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

(Boyd y Tucker, 1992).

Tabla N°6- Efecto del pH sobre el camarón.

pH	Ión 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 y Tucker, 1992).

4.6.2- Variables físicas.

- Temperatura.

La temperatura es un factor abiótico que regula los procesos vitales para los organismos vivos, así como también afecta las propiedades químicas y físicas de otros factores abióticos en un ecosistema. La temperatura afecta la solubilidad del oxígeno en el agua y su consumo por los organismos aumentando o disminuyendo su actividad biológica.

Las especies de camarón de aguas cálidas crecen mejor a temperaturas entre 25 °C y 33 °C. Los procesos biológicos como crecimiento y respiración se duplican, en general por cada °C que aumenta la temperatura, consume el doble de oxígeno disuelto es más crítico en temperaturas cálidas que en las frías. (Herrera, 2012).

Proceso de medición:

Para la medición de la temperatura del agua se utilizara la sonda del oxigenómetro, introduciéndola a la columna de agua, se espera que se estabilice y se toma el dato. (Alba-Tercedor, 1996).

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. 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 afectando el factor de conversión.

Tabla N°7 -Principios generales del manejo de temperatura.

Temperatura alta 35°C	Aumentar el intercambio de agua, aumentando el nivel del agua porque la temperatura del canal debe de ser más baja.
Temperatura baja 25 °C	Bajar el nivel del agua, para aprovechar el calentamiento del agua por el sol.
Estratificación	Trata de romper la estratificación moviendo el agua con la ayuda de aireador de superficie.

(Herrera, 2012).

-Salinidad.

La salinidad es la concentración total de los iones disueltos. La salinidad depende básicamente de siete iones, cuyo valor promedio de concentración en el agua de mar es: Sodio, 10,500 mg/L; Magnesio, 1,450 mg/L; Calcio, 400 mg/L; Potasio, 370 mg/L; Cloruro, 19,000 mg/L; Sulfato, 2,700 mg/L; Bicarbonato, 142 mg/L (Boyd y Tucker, 1992). 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 con un promedio de 15 a 25 ppm. Las sales disueltas en el agua ejercen una presión osmótica sobre los organismos vivos, que 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. (Herrera, 2012).

Proceso de medición:

Para medir este parámetro se utilizará un salinometro o refractómetro. Este habrá sido previamente calibrado aplicándole agua dulce en el prisma y se moverá el tornillo para que la línea se ubicara en cero. Posteriormente se aplicará una muestra del agua del recipiente en el prisma del Salinómetro, y se esperará que se establezca. Después de medir, este ha de ser lavado con agua destilada cuidadosamente. (Alba-Tercedor, 1996).

Tabla N°8- Principio general del manejo de salinidad.

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

(Herrera, 2012).

4.7- Muestreos Poblacionales en el cultivo del camarón Litopenaeus vannamei.

4.7.1- Crecimiento Acumulado.

Este puede entenderse como el incremento de tamaño derivados de una serie de elementos de mudas o el intercambio en peso resultante de la masa de tejidos. En sistemas de producción semi intensivo los camarones tienden a crecer de manera diferenciada, en camarones juveniles se espera que tengan un crecimiento de al menos 1 gramo por semana. Este dato se calculará mediante la siguiente fórmula: $P\bar{x} = \text{sumatoria } (X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, \dots, X_n) / X$. (Martínez, 2012).

4.7.2- Ritmo de crecimiento.

Es el crecimiento en peso de los organismos en un periodo de tiempo determinado, por ejemplo de una semana. Este dato se calculará mediante la fórmula: **Ritmo de crecimiento**= Peso actual – Peso anterior.

En sistemas de producción semi intensivo el 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, 2012).

4.7.3- Tasa de crecimiento.

La tasa de crecimiento representa la velocidad de crecimiento en relación al tiempo (edad). Se observa que la tasas de crecimiento tiende a ser negativa desde el inicio del cultivo, por lo cual a menor edad, mayor es la velocidad del crecimiento. (Martínez, 2012).

Este dato se calculará mediante la fórmula: **T.C**= (% día)= (Log de peso final – Log peso inicial) X 100/ tiempo.

4.7.4- Factor de conversión alimenticio.

La comparación de la cantidad de alimento abastecido y el crecimiento del camarón permite que sea calculado el Factor de conversión alimenticia (F.C.A). El F.C.A es una medida del peso del camarón producido por kg de alimento abastecido. El F.C.A. varía durante el ciclo de producción y entre las poblaciones, pero es una guía muy buena y debería ser entre 0.6-1.0 en camarones de hasta 10 gramos de peso y entre 1.0 y 1.3 para tallas mayores. Idealmente el F.C.A. no debe ser mayor de 1.5.

Este dato se calculará mediante la fórmula: **FCA=** Alimento suministrado / Peso acumulado. (Anónimo 4).

4.7.5- Sobrevivencia.

La sobrevivencia se calcula por la cantidad de libras cosechadas (población actual) por 100, entre las postlarvas sembradas (población inicial). Sobrevivencias superiores al 85%, son excelentes. (Martínez, 2011).

Este dato se tomará mediante la fórmula:

$S\% = N^{\circ} \text{ de camarones vivos} / N^{\circ} \text{ camarones sembrados} \times 100.$

4.7.6- Rendimiento productivo.

Este no es más que el total de libras cosechadas al finalizar de experimento, para conocer la biomasa final del cultivo. Este dato se tomará mediante la fórmula:

Biomasa= Libras cosechadas= $N^{\circ} \text{ de individuos cosechados} \times \text{peso promedio.}$

El Rendimiento productivo es la biomasa que se expresa en lbs/Ha. En estanques con densidad de siembra de 15 ind/m², se espera un equivalente a 2560 libras de camarón entero por hectárea. (Martínez, 2012).

4.8- Alimentación y nutrición en camarones *Litopenaeus vannamei*.

4.8.1- Alimentación artificial.

Alimento: "Es todo producto que por su composición química y caracteres organolépticos forma parte de la dieta con el objetivo de satisfacer el apetito y aportar los nutrientes Necesarios para mantener la salud". Todo ser vivo necesita alimentos para vivir ya que un organismo vivo mantiene sus componentes corporales y su crecimiento gracias a la alimentación. (Achupallas, 2000).

Del 100% del alimento suministrado, el 85% es consumido por el camarón, un 48% de lo ingerido es utilizado para generar y mantener la energía metabólica siendo necesaria parte de esta para el proceso de Asubia (Cambio de caparazón o muda); además de excreción de metabolitos y exceso de nutrientes. De lo que queda (37%); el 20% es expulsado para biomasa como heces fecales y un 17% es aprovechado para cosecha.

-Componentes del alimento.

Proteínas.

Las proteínas son los componentes más importantes del cuerpo de los animales, representan aproximadamente el 70 % del peso seco del camarón.

Tabla Nº 9-Requerimientos de proteínas para el camarón *Litopenaeus vannamei*.

Estadio/ talla	Requerimiento
0.05 g	30 – 45
Juveniles	>36

(Gonzales, 2003).

Los elevados requerimientos proteicos en las dietas de los camarones se atribuyen a sus hábitos alimenticios carnívoros/omnívoros y al uso preferencial de la proteína dietética sobre los carbohidratos como fuente de energía. Los porcentajes de proteína recomendados para diferentes especies de camarones varían entre 20 y 60% de acuerdo a la especie. (Gonzales, 2003).

Aminoácidos.

Los aminoácidos desempeñan un importante papel en el metabolismo celular, ya que todas las reacciones bioquímicas son catalizadas por enzimas constituidas por residuos de aminoácidos. Los aminoácidos son esenciales para el metabolismo lipídico y de carbohidratos, para la síntesis de proteína tisular y de otros compuestos muy importantes y como fuente metabólica de energía. (Guevara, 2003).

Lípidos.

Los lípidos son una fuente importante de energía metabólica (ATP). De hecho de todos los nutrientes, los lípidos son los compuestos más energéticos, de aquí que los lípidos se pueden utilizar como energía, de modo tal que las proteínas, nutrientes mucho más valorables, se destinan exclusivamente para el crecimiento. Los niveles recomendados de lípidos para alimentos comerciales de camarón se encuentran en un rango de 6,0 % a 7,5 % no excediendo el 10%. (Gonzales, 2003).

Colesterol.

El colesterol es considerado como un nutriente esencial en la dieta de camarones, el nivel óptimo de colesterol en la dieta se reporta entre 0,5-2,0% de la dieta seca (una fuente rica en colesterol, es el aceite de cabeza de camarón (Gonzales, 2003).

Minerales.

Minerales, con excepción de los elementos orgánicamente ligados, hidrógeno, carbono, nitrógeno y oxígeno, existen aproximadamente 20 ó más elementos minerales que son considerados como esenciales para la vida animal, incluyendo peces y camarones. Los elementos minerales esenciales, son clasificados en dos principales grupos, acorde a su concentración en el cuerpo animal; los macro elementos y micro elementos. Entre el Calcio y el fósforo se debe monitorear la relación de estos elementos, debe estar entre 1:1 a 1,5:1. El calcio no debe exceder 2,8% en el alimento y de P disponible de 0,9%.Magnesio (0,2%), Sodio y potasio 0,6% y 0,9%, sal (0,2%). S, Fe, Cu, Zn, Mn, Se y Co (López, 1999).

Vitaminas.

Las vitaminas son un grupo heterogéneo de compuestos orgánicos esenciales para el crecimiento y mantenimiento de la vida animal. La mayoría de las vitaminas no son sintetizadas por el cuerpo de los animales, o bien si lo son, es a una tasa muy inferior, que permita cubrir los requerimientos de los animales. Las vitaminas difieren de los otros nutrientes principales (proteínas, lípidos y carbohidratos) en que éstas no están químicamente relacionadas unas con otras, existen en cantidades muy pequeñas dentro de las materias alimenticias de origen animal y vegetal y son requeridas por los animales en cantidades traza. Los niveles de suplementación de vitaminas varían desde 40 mg/kg hasta 1.000 mg/kg, dependiendo de la vitamina. (Gonzales, 2003).

-Características físicas del alimento.

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

Color del pellet.

El camarón come por quimioatracción por lo que el color del alimento es irrelevante para el animal; sin embargo, desde el punto de vista de la manufactura del alimento, el color es un indicativo de la composición de ingredientes y la calidad del proceso. Comúnmente el color de los alimentos para camarón es café oscuro debido a la coloración predominante en los ingredientes empleados y el tipo de proceso empleado para su elaboración. Normalmente el color debe ser uniforme, las variación de color indican una moliendo y un mesclado inadecuado de los ingredientes, variación el cocimiento del alimento en la peletizadora. (Sánchez, 2000)

Hidroestabilidad.

La mayoría tienen características que permiten alrededor de 4-6 horas de estabilidad del pellets. El incremento en la estabilidad del pellets es de poco valor comercial porque muchos atractantes se pierden con este tiempo de exposición.

La aglutinación de la mayoría de pellets se logra durante la manufactura usando ingredientes naturales con potencial de aglutinación (ej., carbohidratos tales como harina de trigo) o componentes artificiales (ej., polimerasa sintética).

Tamaño del pellet.

Los alimentos para camarón no deben contener partículas grandes de ingredientes. La gran mayoría de los ingredientes empleados para la formulación de alimentos balanceados para camarón son molidos aun tamaño de malla por lo menos de 50 uM (Malla 35), la necesidad de moler los ingredientes a un tamaño de partícula pequeño es porque:

- 1) Mejora la capacidad física y aglutinante durante el proceso de elaboración de los pellet
- 2) El camarón puede segregar las partículas grandes del alimento, por lo que el alimento pasara de ser un alimento nutricionalmente balanceado a uno des balanceado.

Partícula de pellet de camarón.

La lógica detrás de ofrecer pellet pequeños a camarones pequeños está en relación con el comportamiento alimenticio y la distribución adecuada del alimento. El camarón consume cada pellet tomándolo con unos pequeños apéndices ubicados en el vientre, triturándolo con sus mandíbulas. El camarón debe tener la habilidad de localizar fácilmente los pellets. Pellet muy pequeños por unidad de peso corporales incrementa el esfuerzo de localizar múltiples pellets y no es energía/eficiente. (Sánchez, 2000)

Fracturas.

Un alimento bien procesado carece de fracturas y debe ser de apariencia uniforme en superficie. Las fracturas se generan por defectos durante el proceso de elaboración, tamaño de partículas de los ingredientes inadecuados, enfriamiento rápido de los pellet, etc. Estas fracturas pueden permitir que el agua penetre en el pellet y reduzca su estabilidad en el agua.

La atractabilidad y la palatabilidad del alimento.

Un alimento balanceado nutricionalmente es de poco valor si no es consumido por el camarón. Entonces la atractabilidad y la palatabilidad del alimento son críticos. El alimento con buena atractabilidad va a atraer al camarón hacia el alimento. Cuando el camarón empieza a comer el alimento debe ser palatable, por lo tanto, el camarón deberá continuar comiendo sin interrupción. Esto se puede comprobar con el uso de charolas o viendo a los camarones comer en un acuario o en una cubeta, en menos de dos minutos de que el alimento haya sido dado los camarones deben volverse activos y buscar el alimento. Si el camarón no responde al alimento, este no es atraíble y no debe de usarse. (Sánchez, 2000)

Tabla N°10 -Características del tamaño del pellet y nutrición general en relación al peso del camarón.

Características	Inicio 1	Inicio 2	Engorde	Acabado
Peso del camarón(g)	0- 0.35	0.35- 4.00	4 - 18	18 – 23
Tamaño del pelet	Fino, mediano, particulado.	Pelet pequeño	Pelet medio	Pelet grande
Diámetro del pelet	0.5, 1.0,2.0 mm	3/32 in	3/32 in	3/32 o 1/8 in
% de proteína	35	30-35	25-30	25-20
% de lípidos	87	8	6	5
% de fibra	3	3	3	3
% de cenizas	7	7	7	6
% de humedad	10	10	10	10
Energía bruta (Kcal / Kg)	3,500	3,500	3,200	2,800

(Herrera y Martinez ,2009).

4.8.2- Alimentación natural de los camarones.

En cualquier sistema acuático en el que se lleve a cabo el cultivo de algún organismo, se desarrollan a la par otros organismos que pueden tener diversas relaciones con los animales cultivados: pueden llegar a ser competidores (por espacio, oxígeno, alimento), parásitos, simbioses, predadores o presas.

Estos últimos son los de mayor interés práctico para los acuicultores, ya que pueden ser eventualmente aprovechados como una parte importante de la nutrición de la especie que se está cultivando. (Martínez. *et al*, 2010).

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. 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.

Las diatomeas y algunos flagelados son considerados organismos deseables. Sin embargo otras, como algunas especies de cianofitas, 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.

En la fertilización es muy importante tomar en cuenta la proporción de nitrógeno, fósforo y sílice, ya que de ella depende en gran medida el tipo y la concentración de microalgas que se van a desarrollar. La eficiencia de la fertilización depende de numerosos factores tales como: características del estanque (incluyendo el tipo de suelo), estacionalidad de temporadas de lluvia y sequía, características del agua de abasto, variables ambientales, entre otros. (Martínez. *et al*, 2010).

Productores Secundarios.

Zooplancton.

Esta comunidad está conformada por una extensa variedad de organismos, que incluyen estadios larvales, juveniles y adultos de prácticamente todos los grupos zoológicos acuáticos, que viven suspendidos en la columna de agua y son transportados pasivamente por los movimientos de la misma. Los principales organismos del zooplancton utilizados como alimento por el camarón azul y camarón blanco son: nauplios de copépodos, copépodos adultos, larvas de poliquetos, larvas de insectos *chironomidos* (gusanos de fuego) y rotíferos (Martínez et al, 2010).

Tabla N°11- Composición química proximal promedio de varios organismos zooplanctónicos cultivados y utilizados en la alimentación de organismos acuícolas.

Organismo	Proteína cruda
Rotíferos	54,6 – 60,3
Copépodos	71,1
Insectos	56,5

(Martínez et al, 2010).

Microorganismos autótrofos y heterótrofos.

Una de las mayores tendencias de la acuicultura a nivel mundial, es el manejo y aprovechamiento de los microorganismos. Los microorganismos pueden ser definidos como todos aquellos organismos unicelulares, tanto los procariontes autótrofos y heterótrofos (cianobacterias y bacterias) como los eucariontes autótrofos y heterótrofos (microalgas y protozoarios). Pero de una manera general, son considerados también como microorganismos todos aquellos organismos que no pueden ser observados a simple vista, entre ellos se encuentran algunos pequeños metazoarios como rotíferos, nemátodos y formas larvales de organismos mayores, como los nauplios de crustáceos.

Las bacterias heterótrofas son capaces de utilizar la materia orgánica disuelta (MOD) que es liberada durante la fotosíntesis (10-60%), transformándola en material orgánico particulado (MOP) que es aprovechado por organismos pertenecientes al zooplancton, haciendo disponible el carbono y nitrógeno de origen microbiano para los niveles tróficos superiores. Este fenómeno que es conocido como “Microbial Loop” o alza microbiana y fue originalmente descrito por Azam *et al*, 1983.

4.9- Tecnología Biofloc en el cultivo de camarón Litopenaeus vannamei.

La tecnología de Bio-floc (TBF) consiste en el co-cultivo de bacterias heterótrofas, microalgas y otros microorganismos asociados en conglomerados, o flóculos, que crecen en los estanques de cultivo. En los últimos años ésta tecnología ha recibido un gran reconocimiento a nivel mundial debido a que ejerce funciones importantes para los sistemas acuícolas, por un lado los microorganismos que la conforman se alimentan de los desechos orgánicos y compuestos inorgánicos tóxicos que se generan y acumulan en los estanques, como el amonio y nitrito, y por otro lado actúan como fuente adicional de alimento para los organismos cultivados; esto significa que la Tecnología de Bio-floc, convierte el exceso de nutrientes en biomasa microbiana que es consumida por los organismos.

La degradación de los productos de desecho y de la materia orgánica, a través de los microorganismos que conforman los flóculos, permite que los cultivos se realicen con casi cero recambio de agua, lo que significa, por un lado, un ahorro significativo de la cantidad de agua y la disminución o anulación del impacto al ambiente que generan las aguas residuales de las granjas Acuicolas. (Avnimelech, 2007)

4.9.1- Historia del Biofloc.

Según Emerenciano. *et al* ,2011. Biofloc fue desarrollado por primera vez en a principios de 1970 en el Ifremer-COP (Instituto Francés de Investigación para la explotación del mar en el centro del Océano Pacífico) con diferentes especies de peneidos incluyendo *Penaeus monodon*, *Fennero Penaeus merguensis*, *Litopenaeus vannamei* y *L. stylirostris*. Tal sistema de cultivo se comparó con un "rumen externo", pero ahora aplicada para el camarón (Cuzon. *et al*, 2004).

4.9.2- El papel de los microorganismos en el Biofloc.

La materia orgánica particulada y otros organismos en la cadena trófica microbiana han sido propuestos como posibles fuentes de alimento para los animales acuáticos .En la Tecnología Bio-floc, los microorganismos presentes juegan un papel clave en la nutrición de animales cultivadas. Los macroagregados (biofloc) es una rica proteína fuente natural disponible "in situ" las 24 horas del día (Avnimelech, 2007).

En el agua se produce una columna compleja interacción entre la materia orgánica, el sustrato físico y gran gama de microorganismos como el fitoplancton, las bacterias libres y unidos, los agregados de partículas materia orgánica y herbívoros, tales como rotíferos, ciliados y flagelados protozoarios y los copépodos (Ray. *et al*, 2010).

La Mejora del crecimiento se ha atribuido al tanto de bacterias y componentes nutricionales de las algas, que hasta el 30% de la ración de alimentación convencional se puede bajar debido a biofloc consumo en camarones.

En lo que respecta al mantenimiento de la calidad del agua, el control de la comunidad bacteriana sobre microorganismos autótrofos se logra utilizando una alta relación de carbono a nitrógeno (C: N), que subproductos nitrogenados puede ser fácilmente absorbido por las bacterias heterótrofas.

El alto contenido de carbono a la proporción de nitrógeno que se requiere para garantizar el crecimiento óptimo de las bacterias heterótrofas (Avnimelech, 2007), (Emerenciano. *et al* ,2012) usando esta energía para el mantenimiento (la respiración, la alimentación, el movimiento, la digestión, etc.), pero también para el crecimiento y para producir nuevas células.

4.9.3- Metodología para la creación y manejo del floculo en el cultivo de camarón Litopenaeus vannamei.

En la creación de un biofloc bacteriano, se requiere que el nitrógeno y el carbono en una relación de 20:1 (C: N) como máximo y mínimo 10:1 para su formación. Se tendrá en cuenta la adición de carbono orgánico cuando se desconoce la cantidad exacta de carbono que contiene se toma en promedio un 50% (al menos la mayoría de las fuentes orgánicas tiene un 50% de carbono).

Se tiene la opción de usar un inculo para generar más rápidamente el floculo en lo que se puede utilizar agua de un estanque con agua madura (se recomienda de estanques donde no hayan sido afectados por mortalidad provocadas por enfermedades y lugares donde haya perifiton) cuando los volúmenes del inculo son pequeños, deberían ser almacenados en tanques con aireación constante. (Avnimelech, 2012).

Preparación:

1. Se inicia recolectando muestras de algas con la ayuda de un trozo de esponja de superficies de agua de estanques de cultivos camaronero que presenten una coloración café marrón intenso ya que las algas que se necesitan para el flóculo son diatomeas, para posteriormente incubarlas.
2. Las muestras obtenidas serán incubadas en aguas anteriormente preparadas con fertilizante y aireación constante durante tres días en recipientes u estanques con el fin de garantizar la formación de grumos de flóculos.
3. El agua del recipiente o estanques contendrá para las algas lo siguiente:
Fertilake: para 1 litro de agua se ocuparan 1.6 gr de fertilake, melaza como fuente de carbono: para 1 litro de agua se aplican 7ml de melaza y proporcionar una aireación constante. (Avnimelech, 2012).

4.9.4 - Aplicación de flóculo.

El tiempo de cultivo de flóculo aproximadamente son tres días, cuando ya esté listo el flóculo se aplicará tres veces por semana con el alimento peletizado, la proporción a aplicar estará determinada en relación 1:1 (por cada libra de alimento peletizado se aplicara un litro de flóculo) 40% en la mañana y 60% en la tarde. (Avnimelech, 2012).

Para el mantenimiento del flóculo en el estanque se debe tomar las siguientes recomendaciones:

- ❖ Como es un sistema cerrado se debe de mantener un mínimo de recambio de agua la cantidad de flóculo que se recomienda para cultivo de camarón es de 2-40 ml/L en caso de excederse, hacer un recambio de agua principalmente donde se encuentre la materia orgánica.

- ❖ Tener un mínimo de oxígeno disuelto de 4 mg O₂ /L (principalmente evitar áreas de putrefacción).
- ❖ No añadir grandes cantidades de fuentes de carbohidratos al agua, puede causar bajas drásticas de oxígeno disuelto, para esto se puede repartir en unos tres días la dosis de la fuente de carbono.
- ❖ Como el alimento y la excreción de los camarones representan un flujo de nitrógeno entrante al estanque se necesitara la adición de fuentes de carbono para poder mantener una correcta proporción.

4.9.5- Conteo de flóculos.

Con la ayuda de un beaker volumétrico de 100 ml se extraerá una muestra de flóculo del recipiente plástico y se dejará reposar de 15 a 20 minutos, luego se medirá cuanto volumen es ocupado por los flóculos (en el cultivo de camarón la lectura del volumen ocupado por flóculo es de 2-40 ml/L). (Avnimelech, 2012).

4.10- Tabla de alimentación teórica.

Para evitar el desperdicio de alimento se utiliza la tabla de alimentación, siendo este el método más usado actualmente ya que le permite al acuicultor evitar la sobrealimentación de los estanques, además de mantener una buena calidad de agua. (Anónimo 3). En la tabla de alimentación, aparece la semana de cultivo, población, sobrevivencia, peso promedio, Bw, alimento por día, alimento semanal y FCA, todo esto se calcula a partir del peso promedio y el Bw que se está utilizando y que son los primeros datos que debemos poner en la tabla de alimentación, todo esto para aplicarle la cantidad necesaria de alimento al camarón. Para evitar así la sobrealimentación. (Herrera y Martínez, 2009).

Tabla Nº 12. Tabla de alimentación teórica propuesta para el cultivo de camarón *Litopenaeus vannamei*.

Peso Promedio por Camarón (g)	Tasa de Alimentación (% peso vivo por día)
0.008	7 Lb. por ha por día
2.0	7 Lb. por ha por día
2.0	5.50
3.0	4.65
4.0	4.22
5.0	3.90
6.0	3.60
7.0	3.27
8.0	3.00
9.0	2.85
10.0	2.75
11.0	2.63
12.0	2.55
13.0	2.50
14.0	2.41
15.0	2.30
16.0	2.25
17.0	2.19
18.0	2.10
19.0	2.00
20.0	1.95
21.0	1.88
22.0	1.80

(Herrera y Martínez, 2009).

4.10.1- Métodos de aplicación del alimento.

- Alimentación al voleo.

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. (Herrera y Martínez, 2009).

- Alimentación en comederos.

Un método considerado más eficaz, emplea bandejas de alimentación o comederos, lo que permite monitorear cada cierto tiempo el consumo del alimento y ajustar su cantidad diaria (tasa de alimentación) en forma tan precisa que hay seguridad de que los libras de alimento distribuido en el estanque, día tras día, están siendo consumidos por los camarones, bajo cualquier circunstancia y durante todo el ciclo de cultivo, proporcionando además un mejor control sobre la población de camarones cultivados (estado biológico, detección temprana de enfermedades, biomasa).

El comedero es un dispositivo diseñado para contener alimento, su tamaño puede variar entre 0.50 y 0.80 cm de diámetro, debiendo permitir el fácil y completo acceso de los camarones. (Herrera y Martínez, 2009).

4.10.2- Factores que afectan en la alimentación del camarón.

Es importante señalar que tanto la decisión de alimentarse como el nivel de alimentación o consumo son afectados por factores tanto internos como externos entre los que se encuentran:

Sexo, edad y talla del camarón.

La tasa de alimentación es una función fisiológica de la etapa de desarrollo en que se encuentra el animal. La tasa de alimentación es más alta durante las primeras etapas cuando el crecimiento es más rápido y decrece exponencialmente a medida que el animal crece y se acerca a la madurez el consumo del alimento durante los primeros días luego de la siembra puede ser de entre 12-15% día y se reduce a 1-2% día durante las etapas finales.

Disponibilidad de alimento natural.

Cuando la disponibilidad de alimento natural es abundante la demanda por alimento balanceado es menor. Esto ocurre cuando la biomasa es pequeña durante las primeras semanas después de la siembra y hasta que se alcanza una biomasa crítica equivalente a la capacidad de carga del estanque entre 150 y 250 Kg/ha aproximadamente dependiendo de variables que incluyen densidad de siembra, especie etc.

A partir de este punto (biomasa crítica) el alimento balanceado toma una importancia cada vez mayor, pues que tiene que suplir progresivamente los experimentos nutricionales de los animales que ya no puede garantizar el alimento natural del estanque.

Calidad de agua.

Los parámetros más importantes suelen ser temperatura y oxígeno disuelto. Los camarones son animales homeotermos porque su temperatura corporal depende de la temperatura del medio ambiente. Como la temperatura del cuerpo afecta las tasas de procesos fisiológicos. El metabolismo y la alimentación dependen de la temperatura ambiente. Usualmente si la temperatura es mayor de 30°C o por debajo de 25°C. (Álvarez, 2007).

La respuesta al alimento puede disminuir de 30 a 50 %. Los camarones son afectados más seriamente por cambios súbitos de temperatura que por cambios graduales. Diferentes especies tienen diferentes rangos óptimos de temperatura para alimentarse. Niveles bajos de oxígeno disuelto que puede ser debido a diversas causas disminuyen la tasa de alimentación. El apetito delo camarón también puede ser afectado por otras causas tales como la presencia de altos niveles de desechos metabólicos y contaminantes.

Muda.

En el ciclo de la muda los procesos fisiológicos que se llevan a cabo reemplazo del exoesqueleto viejo por uno nuevo para facilitar el crecimiento afectan la actividad alimenticia provocando variabilidad en el consumo del alimento. Los camarones no suelen alimentarse cuando están mudando y pueden demorarse de 1 a 3 días para volver a comer, los camarones peneidos alcanzan su mayor actividad alimenticia en estadio de intermuda.

Calidad del alimento balanceado.

Como los camarones se alimentan por el olor y no por la vista es importante el poder de atracción y la palatabilidad del alimento. Un alimento con alta capacidad de atracción y estimulación puede provocar un aumento en el consumo del alimento que no implica aumentos en el crecimiento pues una vez que se han cubierto las necesidades energéticas y de proteínas el alimento ingerido no se destina a crecimiento y pasa a ser desechado por el organismo.

La deficiencia de algún nutriente en la dieta (vitaminas, aminoácidos, ácidos grasos etc.) puede repercutir negativamente en la salud del animal siendo uno de los primeros síntomas la pérdida de apetito, un alimento con exceso de energía hace que el animal pueda sentirse satisfecho y deje de consumir alimento. (Álvarez, 2007).

Interacción social.

Se ha comprobado que los animales mayores toman una posición jerárquica que excluye o ahuyenta del área de alimentación a los más pequeños lo que implica diferencias en la ingesta. Este comportamiento depende de la densidad a la que se encuentran, a densidades bajas y estanques fertilizados hay menos competencia por el alimento y por tanto esta situación disminuye. Esto permite que consuman de forma más equilibrada y crezcan con tallas semejantes.

Hábitos alimentarios.

Las especies de camarones peneidos varían en sus hábitos alimentarios en cuanto a los horarios, se debe considerar a la hora de elaborar una estrategia de alimentación Schmitt que una especie de hábitos diurnos que debe alimentarse temprano en la mañana (06.00h) y al caer la tarde (16:00-18:00h) producto de los horarios en que presentan los picos de máxima actividad enzimática ocurren en horas más avanzadas del día, siendo los mejores horarios en la mañana sobre las 10:00h y en la noche a las 22:00h por otro lado especies como el *L stylirostris* se desplazan por los estanques en busca de alimento en forma mucho más activa y agresivamente que el *L vannamei*. (Álvarez, 2007).

4.10.3- Frecuencia de alimentación de camarones.

Existe una gran controversia acerca de la hora óptima y la frecuencia de alimentación para camarones. En nuestro medio existen diversas modalidades: desde una vez hasta cuatro veces por día. La frecuencia de alimentación depende mucho del estado fisiológico del camarón (si está en muda o enterrado o si está rotando o girando durante el periodo lunar), el tamaño del camarón (cuando son post-larvas o juveniles hay que alimentarlo por las orillas, etapa en la que hay que alimentarlo más veces o en las partes profundas donde suele concentrarse durante el engorde).

Tabla Nº 13-Frecuencia de alimentación sugerida para *L. vannamei* en cultivo semi-intensivo.

Hora de alimentación	Porcentaje de ración / día
7:00	30%
11:00	30%
15:00	40%.

(Anónimo 2).

4.10.4- Buenas prácticas de alimentación.

1. El alimento para camarón debe almacenarse en un sitio fresco, seco y conservado lejos del alcance de roedores y otras plagas, para proteger el alimento de las plagas y evitar que se descomponga.
2. Debe usarse solo alimento peletizado de alta calidad y con un mínimo de partículas finas. Deben mantener sus forma y consistencia (hidroestabilidad) por al menos un par de horas a partir del momento en que entran en contacto con el agua del estanque.
3. El bajar el contenido de proteína en el alimento para camarón podría ser de mucho beneficio. Los alimentos con alto contenido de proteínas representan un costo más alto para la producción de camarón.
4. Disperse el alimento uniformemente por toda la superficie del estanque evitando aplicaciones grandes y repetidas sobre áreas pequeñas. Los camarones pueden encontrar el alimento de manera más fácil si el alimento se distribuye de manera uniforme por todo el estanque.
5. Los requerimientos de alimento deben ser calculados en base a estimaciones regulares de población, biomasa y con la ayuda de tablas de alimentación. Se deben hacer ajustes semanales en cada estanque de acuerdo a la tasa de crecimiento observada.
6. Administre la ración de alimento diaria en más de una aplicación cuando las condiciones de la granja lo permitan.

7. No alimente cuando las concentraciones de oxígeno sean menores a 2.5 mg/L. Los camarones no comen cuando las concentraciones de oxígeno en el estanque caen por debajo de 2.5 mg/L. Es un desperdicio aplicar alimento bajo estas condiciones.

8. Considere el uso de bandejas de alimentación para monitorear el comportamiento alimenticio de los camarones. Las bandejas de alimentación son una manera simple de determinar cuánto están comiendo los camarones y así evitar la sobrealimentación.

9. Los alimentos medicados deben estar almacenados en instalaciones separadas de los alimentos regulares, y debidamente rotulados.
(Rojas. *et al*, 2005).

4.11- Manejo de datos.

La información se procesará en hojas de cálculo de Microsoft Excel donde se introducirán todos los datos recolectados y se elaborarán gráficos de dispersión y de barras en los que se compararán ambos tratamientos tanto los datos de los factores físicos-químicos como los parámetros poblacionales a medida que pasa el tiempo. Para realizar el análisis estadístico se empleará La prueba de t-Student, para determinar si hay diferencia significativa o no.

V- MATERIALES Y MÉTODOS.

5.1- Localización de sitio donde se realizó el experimento.

El presente experimento se realizó en las instalaciones del Laboratorio de Investigaciones Marinas y Acuícolas (LIMA) de la UNAN-LEON, estas instalaciones se encuentran ubicadas en la comunidad de Las Peñitas, Municipio de León; se conecta a la ciudad de León por medio de una carretera pavimentada con una longitud de 22 km y a 122 km de Managua capital de Nicaragua. Presentando Coordenadas UTM: 496457mE y 1367324mN.



Figura N°3- Ubicación geográfica donde se realizó el experimento.

5.2- Dispositivo y diseño experimental.

5.2.1- Dispositivo experimental.

El agua que se ocupó en este experimento fué extraída con la ayuda de la toma de agua se encuentra en la zona intermareal detrás del Laboratorio de Investigaciones Marinas y Acuícola (LIMA), el agua se tomó mediante unas tuberías de 3 pulgadas y a 120 metros desde la toma de agua. La toma de agua se compone por una válvula de cheque que toma agua filtrada por 1m de arena de espesor, hasta la estación de bombeo, el Modelo de la bomba es JHHG- 53 HL de 5 HP, el agua es bombeada hacia un reservorio. El reservorio está dividido en 2 partes, cada uno de ellos tiene unas dimensiones de 11.35 metros de largo y 4.8 metros de ancho teniendo la capacidad de contener 54 m³ de agua.

5.2.3- Flujo del agua en el sitio del experimento.

El agua fué bombeada por medio de 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 2 pulgadas de diámetro, hacia el local donde fué ubicado el dispositivo experimental.

5.2.4- Flujo de aire.

En los dispositivos experimentales hubo aireación constante gracias a un: "blower" o soplador marca Baldor-Industrial motor, que por medio de tubería PVC de 2 pulgadas reducida a 1 pulgada se conectaron manguerillas plásticas transparente de 1/4 y en ellas piedras difusoras para el suministro de aire al sistema y mantener las concentraciones de oxígeno en condiciones óptimas dentro de cada repetición o recipiente circular de plástico de 200 litros.

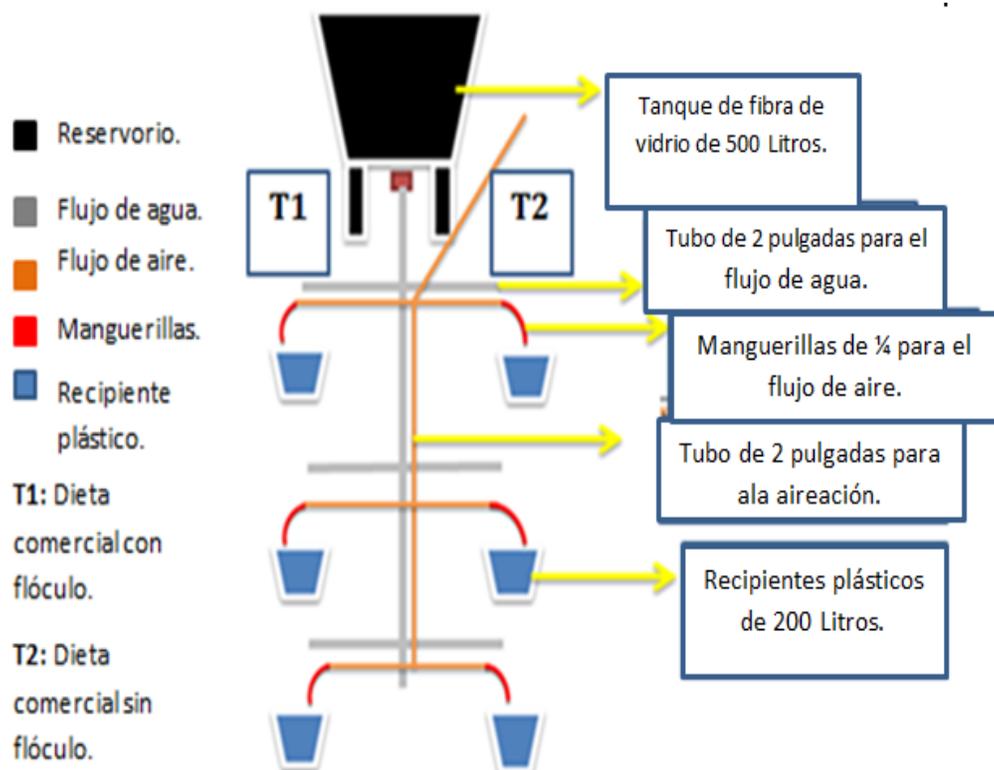


Figura Nº 4- Dispositivo experimental del experimento: Dieta comercial con flóculo vs Dieta comercial sin flóculo.

5.2.2- Diseño experimental.

El dispositivo experimental consistió en evaluar el crecimiento de camarones blancos juveniles *Litopenaeus vannamei* en condiciones experimentales de alimentación: Dieta comercial con flóculo vs Dieta comercial sin flóculo, a bajas densidades de siembra. Éste experimento estuvo compuesto por un reservorio con 500 litros de capacidad. Luego se establecieron los dos tratamientos (T1: Dieta comercial con floculo y T2: Dieta comercial sin flóculo). Cada tratamiento contó con tres repeticiones (r1, r2, y r3), Cada repetición (r) estuvo representada por un recipiente circular de plástico con capacidad de 200 litros. Se empleó un sistema de producción semi-intensivo, en cada repetición se colocaron 5 camarones el equivalente a 15 camarones por metro cuadrado. El experimento tuvo una duración de 27 días.

5.3- Aclimatacion y siembra.

Las postlarvas que se ocuparon para realizar este experimento provinieron de la empresa Farallón Aquaculture de Nicaragua. Con un tamaño de PL 25 estas fueron aclimatadas primeramente, para estabilizar la salinidad y temperatura del agua de llegada con la salinidad y temperatura de la pila donde estarían; en la aclimatación se añadió un litro de agua gradualmente cada diez minutos procedente de la pila donde fueron “sembradas” y se tomaban los parámetros físico – químico (salinidad y temperatura) para verificar el cambio y que estas no entraran en stress. Una vez que pasaron 10 días alcanzaron PL 35 y nuevamente se volvieron a aclimatar con el agua de los recipientes a utilizar pero esta fué rápida ya que tanto la salinidad y temperatura de la pila de concreto con la salinidad y temperatura de los recipientes plásticos a utilizar era similar.

5.4- Factores físicos – químicos del experimento.

5.4.1- Oxígeno Disuelto.

El oxígeno disuelto en el agua fué registrado por medio de un oxigenómetro, marca YSI 500 ecosense. Para la medición, primeramente se encendió el aparato, se calibró presionando la tecla MODE y se anotó la salinidad de la muestra de agua, posteriormente se regresó a inicio y se comenzó a tomar el valor introduciendo la sonda en el agua, moviéndola en círculos lentamente y hasta esperar a que se estabilizará la medida. Una vez que se estableció se anotó el valor de la concentración de oxígeno en mg/L en el formato de campo. Este dato se tomó 2 veces al día, una a las 6 am y otra a las 6 pm.

5.4.2- Temperatura.

La temperatura se midió por medio de un Oxigenómetro, Marca YSI 500. Para la medición de la temperatura del agua se utilizó la sonda o electrodo que posee un sensor térmico del oxigenómetro, introduciéndola a la columna de agua, se esperó que se estableciera para tomarse el dato y se anotó en el formato de campo. Este dato se tomó 2 veces al día, una a las 6 am y otra a las 6 pm.

5.4.3- Salinidad.

Para medir este parámetro se utilizó un Salinómetro o refractómetro. Este fué previamente calibrado aplicándole agua dulce en el prisma y se movía el tornillo para que la línea se ubicara en cero. Para medir, se aplicó una muestra del agua del recipiente en el prisma del Salinómetro, y se esperó que se estableciera. Una vez establecido se anota el valor en el formato de campo. Este dato se tomó 2 veces al día, una a las 6 am y otra a las 6 pm.

5.4.4- pH.

Para medir este parámetro utilizo un Peachimetro previamente calibrado unido a una sonda. Para medir, primeramente se encendió el aparato y se introdujo la sonda en el agua. Una vez establecida la medida se anotó el valor del pH en el formato de campo. Este dato se tomó 2 veces al día, una a las 6 am y otra a las 6 pm.

5.5- Parámetros poblacionales del experimento.

5.5.1- Crecimiento Acumulado.

Para la determinación del crecimiento en peso acumulado, se capturaron 15 camarones con la ayuda de un chayo y con un papel toalla se secaron, se tomaron cada uno de los organismos y se pesaron en una balanza gramera marca KERN de 200 grs de capacidad, y por último se regresaron los organismos a sus respectivos recipientes. Una vez pesados los organismos uno a uno, se sumaron los pesos luego se dividieron entre el total y así se obtuvo el peso promedio de la semana de cada experimento. Este dato se tomó cada 5 días.

$$\bar{P}x = \text{sumatoria } (X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, \dots, X_n) / X_t$$

5.5.2- Ritmo de Crecimiento.

Para calcular el Ritmo de Crecimiento se procedió a pesar los organismos de cada tratamiento y sacar el peso promedio de ambos, posteriormente se tomó el peso actual de los organismos de cada tratamiento y se restó con el peso anterior de cada tratamiento. Para calcular el Ritmo de Crecimiento se utilizó la siguiente formula:

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

Este dato se tomó cada 5 días.

5.5.3- Tasa de Crecimiento.

Es la velocidad con que crece el camarón en función del tiempo. Esta se calculó con la siguiente formula:

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

Este dato se tomó cada 5 días.

5.5.4- Factor de Conversión Alimenticio.

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

FCA= Alimento suministrado / Peso acumulado. Este dato se tomó cada 5 días.

5.5.5- Sobrevivencia.

Para calcular la sobrevivencia se procedió a dividir el número de camarones cosechados entre el número de camarones sembrados multiplicado por cien, expresados en la siguiente formula:

Sv%= N° de camarones vivos / N° camarones sembrados x 100. Este dato se tomó cada 5 días.

5.5.6- Rendimiento Productivo.

Es un componente de la biomasa total, es decir son todos los organismos cosechados al final del experimento. Se calcula con la siguiente fórmula: Biomasa= Libras cosechadas= N° de individuos cosechados x peso promedio. El Rendimiento productivo es la biomasa que se expresa en lbs/Ha. Este dato se tomó cada 5 días.

5.6- Elaboración del flóculo.

1. Para preparar el flóculo iniciamos recolectando muestras de algas con la ayuda de un trozo de esponja en las superficies de agua de las pilas del LIMA que presentaron una coloración café marrón intenso ya que son las algas que necesitábamos para el flóculo son diatomeas, para posteriormente incubarlas a un recipiente más grande.
2. Las muestras obtenidas de las pilas del LIMA fueron incubadas en aguas anteriormente preparadas con fertilizante y aireación que se mantuvo constante durante tres días en un recipiente con capacidad de 30 Lts lo cual este nos garantizó la formación de grumos de flóculos.

3. El agua del recipiente contenía lo siguiente:

Tabla Nº 14- Insumos para la preparación de flóculo.

Insumos	1litro	30 litros
Fertilizante	1.6 gr	48 gr
Melaza	7 ml	210 ml

4. Además le proporcionamos una aireación constante.

5.6.1- Aplicación de flóculo.

El tiempo de cultivo del flóculo fué de tres días. Posteriormente se proporcionó el flóculo al T1: Dieta comercial más flóculo. Finalmente cuando estuvo listo el flóculo se aplicó al tratamiento tres veces por semana con el alimento peletizado, la proporción a aplicada estuvo determinada en relación 1:1 (por cada libra de alimento peletizado se aplicará un litro de flóculo) 40% en la mañana y 60% en la tarde.

Para el mantenimiento del flóculo en el estanque se tuvo en cuenta tomar las siguientes recomendaciones:

- ❖ Como es un sistema cerrado se tuvo que mantener un mínimo de recambio de agua la cantidad de floculo que se recomendó para cultivo de camarón es de 2-40 ml/L en caso de excederse, hacer un recambio de agua principalmente donde se encuentre la materia orgánica.
- ❖ Se mantuvo un mínimo de oxígeno disuelto de 4 mg O₂ /L (principalmente evitar áreas de putrefacción).
- ❖ Se evitó añadir grandes cantidades de fuentes de carbohidratos al agua, para evitar bajas drásticas de oxígeno disuelto, debido a esto se repartió en unos tres días la dosis de la fuente de carbono.

- ❖ Como el alimento y la excreción de los camarones representaron un flujo de nitrógeno entrante al estanque se necesitaron la adición de fuentes de carbono para poder mantener una correcta proporción.

5.6.2- Conteo de flóculos.

Con la ayuda de un beaker de 100 ml se extrajo una muestra de flóculo del recipiente plástico y se dejó reposar de 15 a 20 minutos, luego se midió en ml cuanto volumen fué ocupado por los flóculos. Como la muestra de flóculo no se encontraba muy concentrada daba un total de 123 grumos por 100ml.

5.7- Régimen de alimentación.

No existe régimen de alimentación que pueda ser utilizado de manera universal. Aplicamos alimento comercial al 25 % a los dos tratamiento, pero al T1 se le aplicó flóculo (por 1 libra de alimento le adicionábamos 1 litro de flóculo) tres veces a la semana, éste alimento fue proporcionado a cada tratamiento mediante el método de voleo. Aplicando 3 raciones la primera fué a las 7 am fue una dosis 30%, la segunda a las 12 pm con una dosis 30% y a la última fué a las 5 pm la dosis es de 40%.

5.8- Manejo de datos.

La información se procesó en hojas de cálculo de Microsoft Excel donde se introdujo todos los datos recolectados y se elaboraron gráficos de dispersión y de barras en los que se compararon ambos tratamientos tanto los datos de los factores físicos-químicos como los parámetros poblacionales a medida que transcurría el tiempo. Los datos obtenidos de los factores físicos-químicos se analizaron por día y los parámetros poblacionales cada 5 días; en el eje de las X estará el tiempo y en el eje de las Y los valores obtenidos. También se utilizaron los datos y se le aplicó un análisis estadístico La prueba de t- Student utilizando el mismo software donde se efectuó para la variable de crecimiento acumulado.

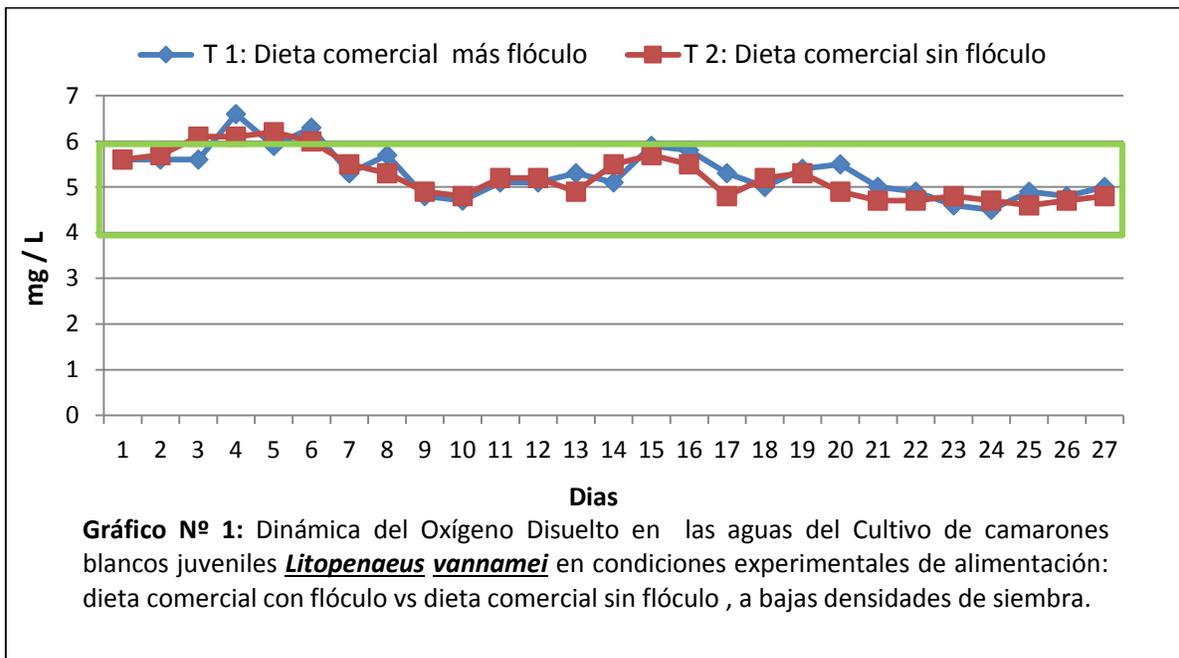
VI- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1- Oxígeno Disuelto.

El comportamiento del Oxígeno Disuelto varió de forma continua durante todo el experimento obteniendo en el T1 el valor mínimo de 4,8 mg/L (día 10) y el valor máximo de 6,6 mg/L (día 4). En el T2 el valor mínimo fué de 4,7 mg/L (día 22) y el valor máximo de 6,2mg/L (día 6). Ver gráfica N° 1.

Las concentraciones óptimas de Oxígeno Disuelto para un crecimiento adecuado del camarón en cultivo son de 4mg/L a 6mg/L durante el ciclo productivo. Valores menores a este pueden provocar un freno metabólico en el camarón y por tanto limita su crecimiento normal. Según Herrera y Martínez (2009).

De acuerdo a los valores reportados por el autor anteriormente mencionado, los datos del experimento, en ambos tratamientos se encuentran entre los intervalos óptimos reportados, así que las concentraciones de Oxígeno disuelto no afectaron el crecimiento de los camarones.

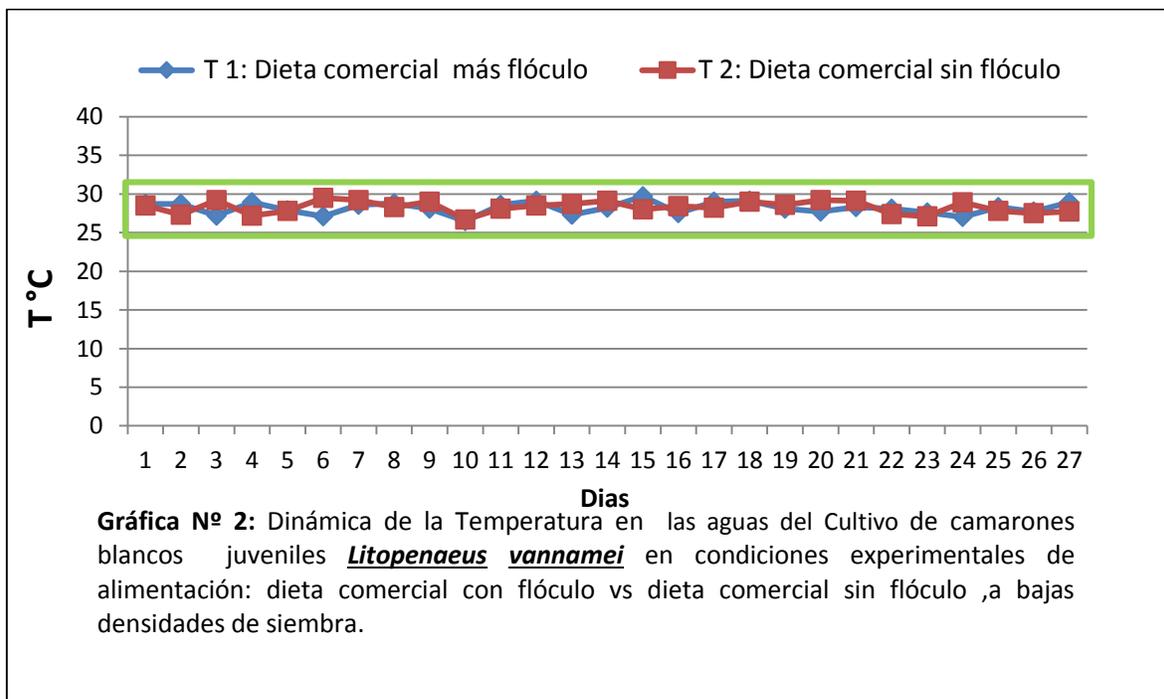


6.2- Temperatura.

Los valores de Temperatura durante todo el experimento fueron: en el T1 el valor mínimo fué de 26,5 °C (día 10) y el valor máximo de 29,7 °C (día 15). En el T2 el valor mínimo fué de 26,7 °C (día 10) y el valor máximo de 29,5 °C (día 6). Ver gráfica N° 2.

En el cultivo de camarones el efecto de la temperatura influye en grande tanto en procesos químicos como biológicos de dicha especie. Las especies de camarón de aguas cálidas crecen mejor a temperaturas entre 25 °C y 33 °C. Según Herrera (2012).

Según los intervalos propuestos por la autora anteriormente citada, se puede observar que en ambos tratamientos los datos se encuentran entre los intervalos óptimos, beneficiando así el crecimiento de los camarones.

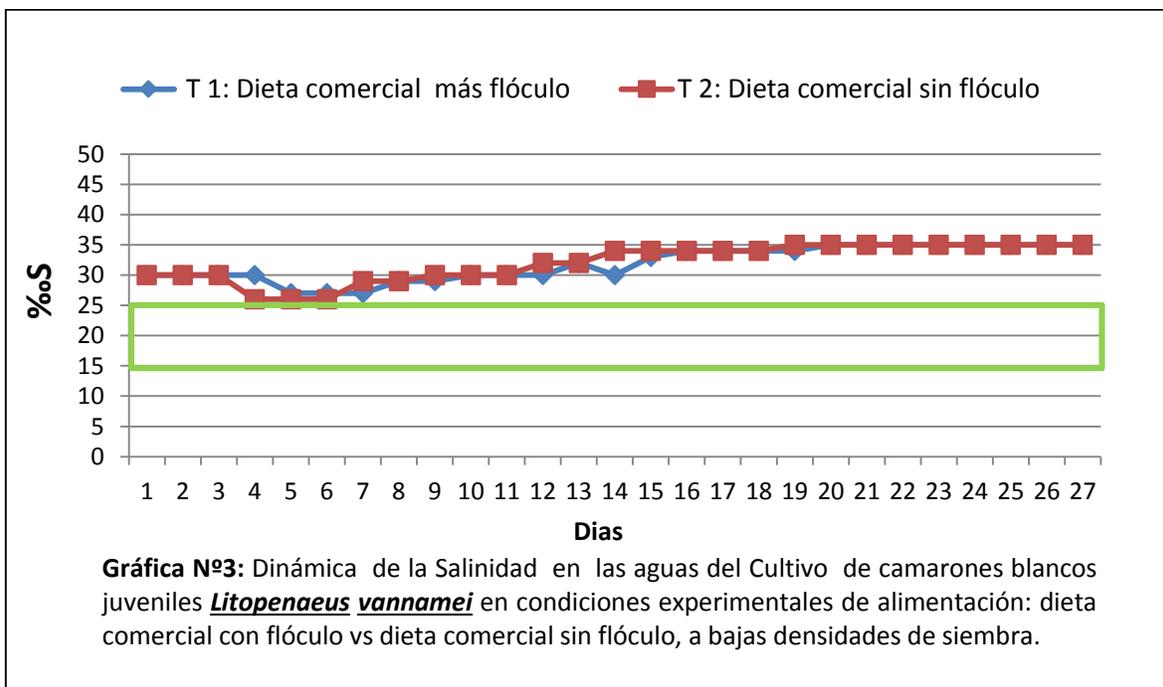


6.3- Salinidad.

Las aguas del experimento presentaron valores en el T1 el valor mínimo fué de 26 ‰S (día 4) y el valor máximo de 35 ‰S (día 19). En el T2 el valor mínimo fué de 26 ‰S (día 4) y el valor máximo de 35 ‰S (día 20). Ver gráfica N° 3.

Los intervalos de tolerancia de la salinidad para los camarones es muy amplia y pueden sobrevivir de 0 ppm hasta 50 ppm sin embargo, el intervalo de crecimiento óptimo es de un promedio de 15 a 25 ppm. Según Herrera (2012).

Según los datos reportados en este trabajo no se encontraron en los intervalos propuestos por el autor antes mencionado. Sin embargo, los juveniles tempranos se adaptan mejor a las variaciones de salinidad, por lo que estas salinidades no afectaron el crecimiento de los camarones.

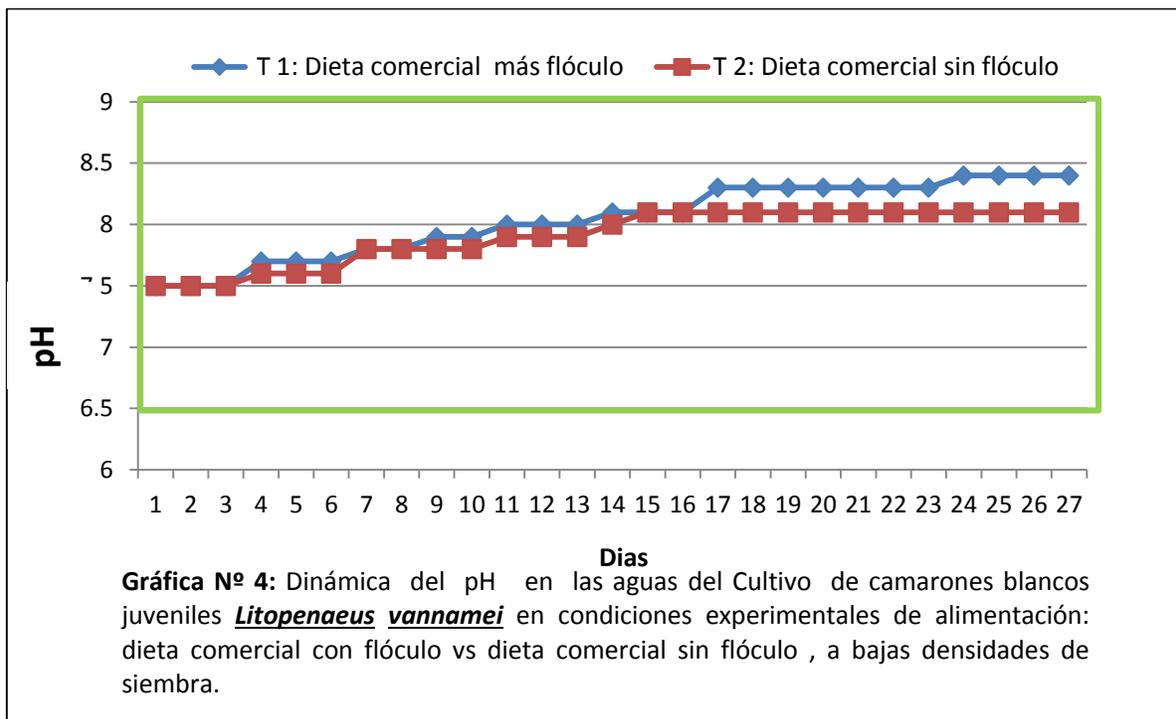


6.4- pH.

En el T1 el valor mínimo fué de 7,5 (día 1) y el valor máximo de 8,4 (día 19). En el T2 el valor mínimo fué de 7,5 (día 1) y el valor máximo de 8,1 (día 21). Ver gráfica N° 4.

El pH indica cuán ácida o básica es el agua. Los intervalos óptimos de pH para el crecimiento de los camarones son de 6.5 a 9. Según Herrera (2012).

Podemos observar que los datos obtenidos de ambos tratamientos estuvieron dentro de los intervalos óptimos para el crecimiento del camarón, propuesto por la autora antes mencionada. Por lo que no afectó en el crecimiento de los camarones.

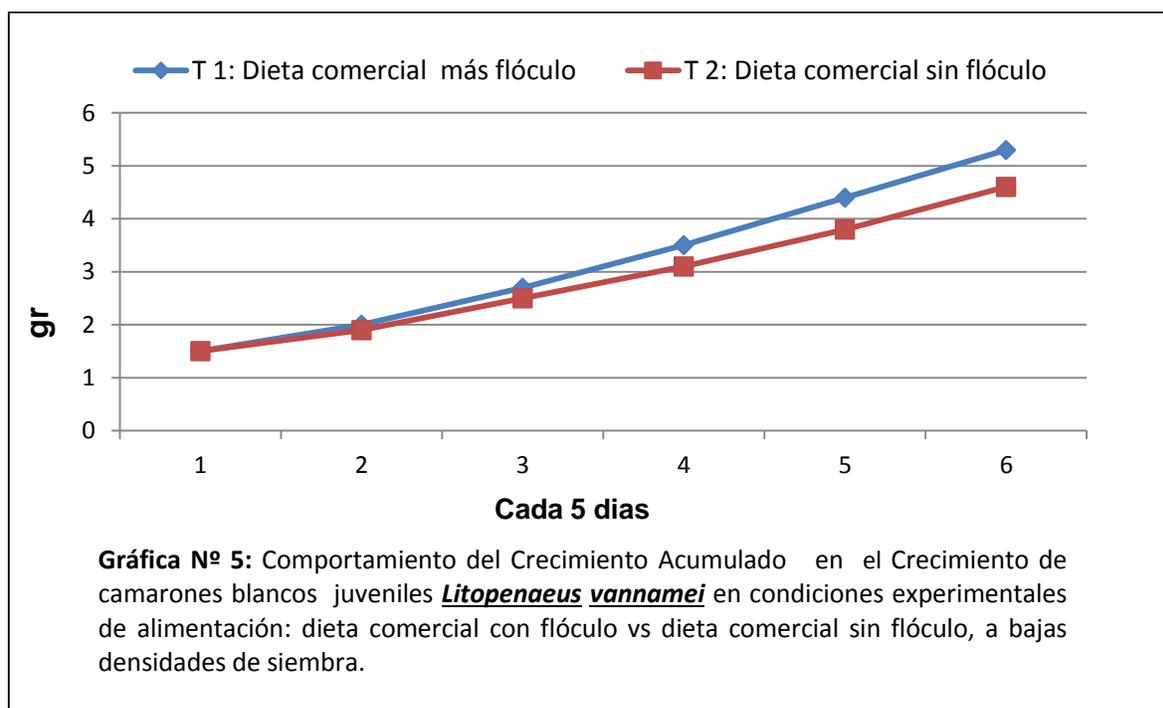


6.5- Crecimiento Acumulado.

Desde el inicio del experimento los camarones en ambos tratamientos mostraron un comportamiento similar, pero en el transcurso del tiempo se reflejó un aumento en el T1 logrando un peso mayor final de 5,3 gr y el T2 flóculo un peso final de 4,6 gr. Ver gráfica N° 5.

En sistemas de producción semi intensivo en 30 días de postlarvas deben crecer 2 gramos y los camarones juveniles tempranos se espera que tengan un crecimiento de al menos 3 gramos en 4 semanas. Luego se espera que el crecimiento sea superior a 1 gramo por semana. Según Martínez (2012).

Podemos observar que hubo diferencia numérica entre ambos tratamientos teniendo un mayor peso el T1 con 5,3 gr, con respecto al peso del T2 con 4.6 gr, este valor es muy cercano a lo esperado 5.5 gramos propuesto por el autor antes mencionado, durante los 27 días del experimento.



Análisis Estadístico del Crecimiento Acumulado.

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas

	Variable 1	Variable 2
Media	5.35	4.69
Varianza	0.0161	0.0188
Observaciones	10	10
Coeficiente de correlación de Pearson	0.6069	
Diferencia hipotética de las medias	0.6	
Grados de libertad	9	
Estadístico t	2.2622	
P(T<=t) una cola	0.0702	
Valor crítico de t (una cola)	1.6164	
P(T<=t) dos colas	0.1405	
Valor crítico de t (dos colas)	1.8331	

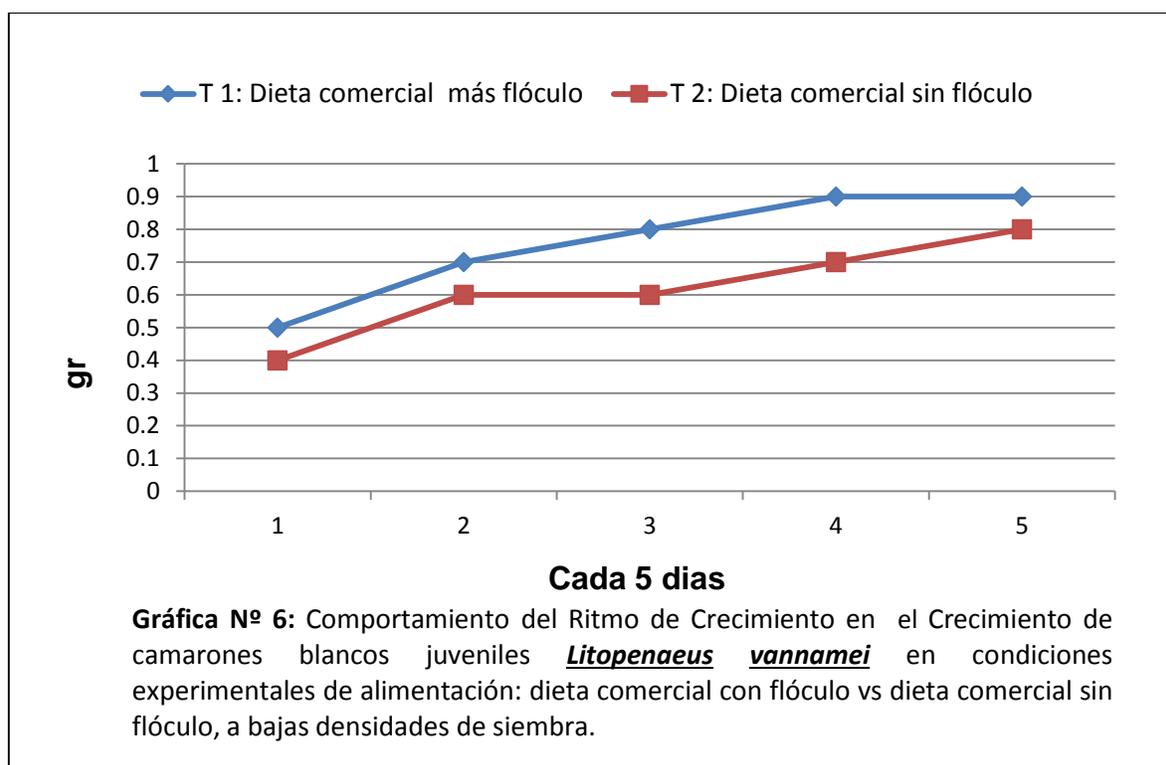
Los resultados estadísticos anteriormente presentados, indican que el valor de estadístico de t es mayor a los valores críticos de t para una y dos colas por lo tanto hay diferencia significativa $P > 0,05$. De acuerdo al análisis estadístico observamos que ambos tratamientos tienen distinto crecimiento, aceptando la hipótesis alternativa: El efecto en el crecimiento de camarones blancos juveniles *Litopenaeus vannamei* alimentados con dieta comercial con flóculo será diferente a los alimentados con la dieta comercial sin flóculo.

6.6- Ritmo de Crecimiento.

Los Ritmos de Crecimiento finales que presentó el experimento son diferentes presentando un mayor Ritmo el T1 obtuvo un valor de 0,9 gr y el T2 un valor de 0,8 gr. Ver gráfica N° 6.

En sistemas de producción semi intensivo el ritmo de crecimiento de camarones se espera que tengan un crecimiento entre 0,7 a 0.9 gramos por 5 días. Según Martínez (2012).

Podemos observar que los datos del experimento se encuentran dentro del intervalo de Ritmo de crecimiento de camarones en sistemas semi-intensivo según bibliografía.

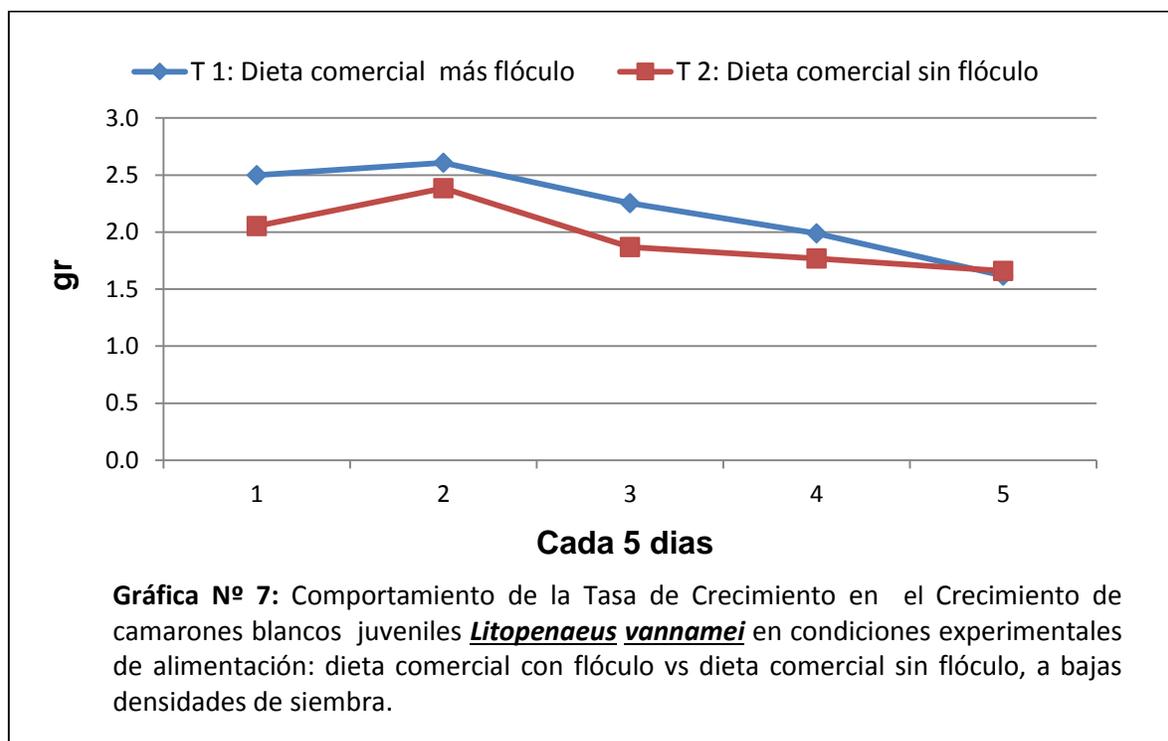


6.7- Tasa de Crecimiento.

Los valores al finalizar el experimento fueron: el T1 reportó un valor final de 1,6 gr y el T2 presentó un valor de: 1,7 gr. Ver gráfica N°7.

La tasa de crecimiento representa la velocidad de crecimiento en relación al tiempo (edad) a menor edad, mayor es la velocidad. Esta debe tender a negativo, ya que esto indica que el alimento proporciona mayor velocidad de crecimiento a los camarones. Según Martínez (2012).

Podemos observar que los datos obtenidos al final del experimento concuerdan según bibliografía, ya que nuestra curva va decayendo a medida que va teniendo más edad, teniendo una menor tasa de crecimiento el Tratamiento con flóculo.

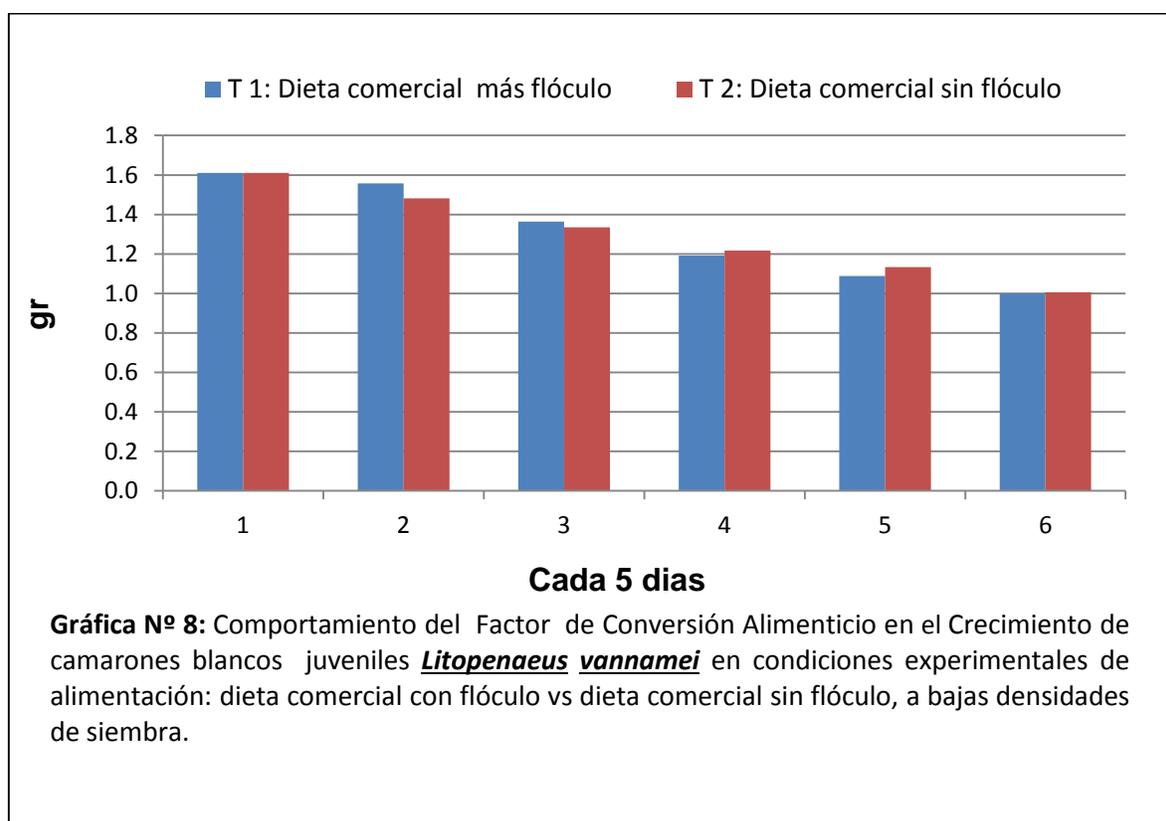


6.8- Factor de Conversión Alimenticio.

En la siguiente gráfica se presentan los valores finales del FCA de cada tratamiento dando los siguientes resultados: el T1 reportó un valor de 1 y el T2 un valor de 1. Ver gráfica N° 8.

El F.C.A. varía durante el ciclo de producción en granjas debería ser entre 0.6 - 1.0 en camarones de hasta 10 gramos de peso y entre 1.0 y 1.3 para tallas mayores. Idealmente la F.C.A. no debe ser mayor de 1.5. (Anónimo).

Por lo antes expuesto por el autor en la bibliografía deducimos que el FCA resultante de este trabajo es aceptable.

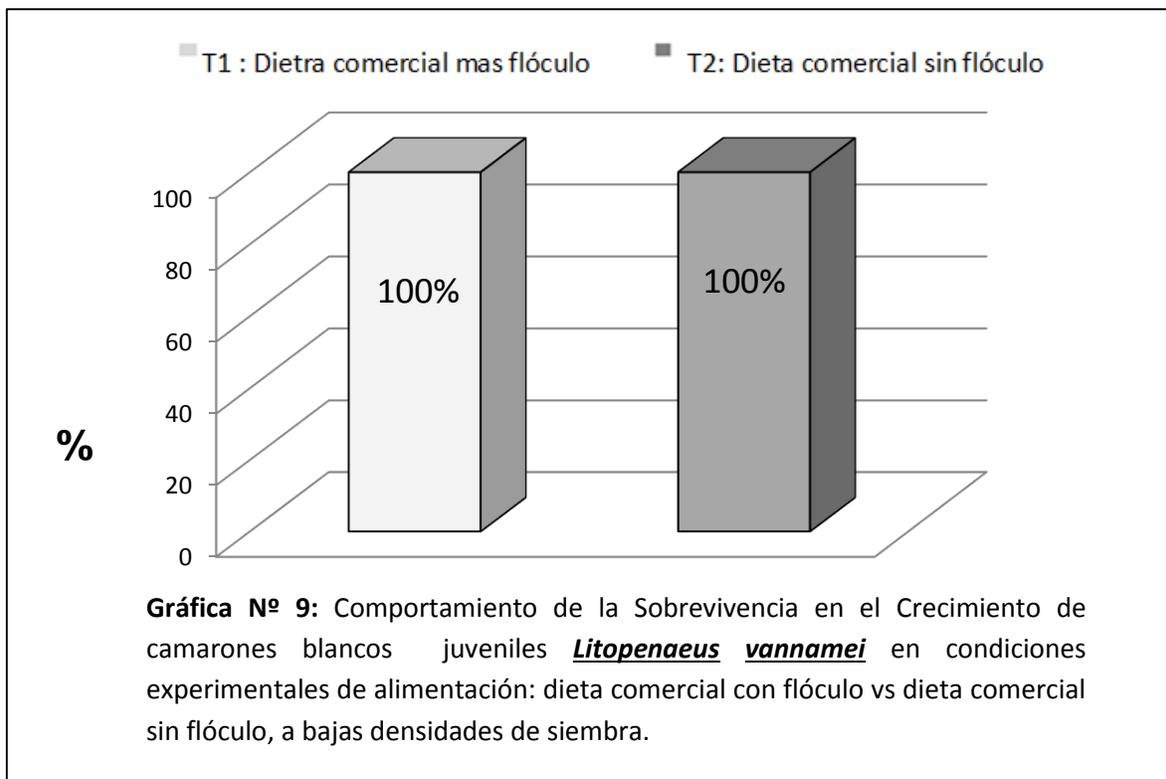


6.9- Supervivencia.

En esta grafica se refleja la supervivencia de ambos tratamientos tanto para el T1 como para el T2 presentaron una supervivencia final del 100%.

En sistemas de producci3n semi-intensivos, supervivencias superiores al 85%, son excelentes. Seg3n Mart3nez (2011).

Comparando nuestros datos con los datos de la bibliograf3a a simple vista se observa que el experimento finaliz3 con una supervivencia exitosa.

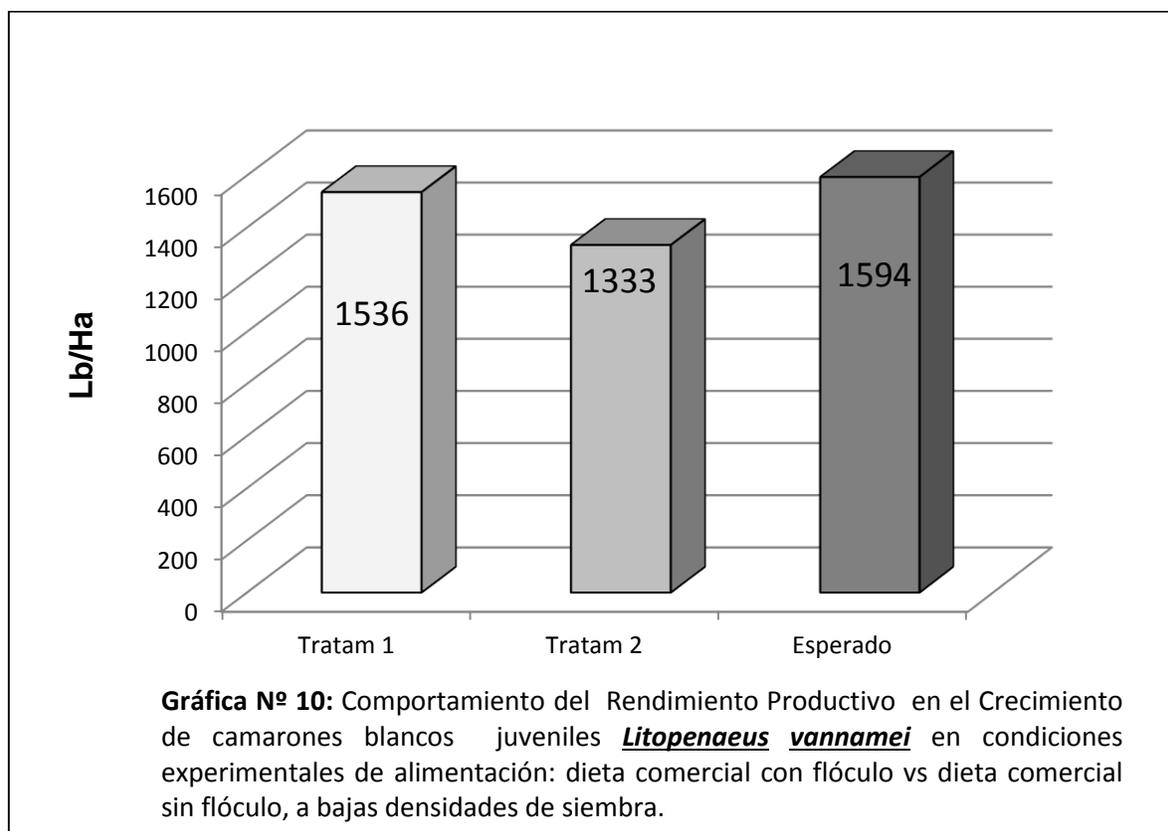


6.10-Rendimiento Productivo.

Al finalizar este experimento el T1 reportó un Rendimiento Productivo de 1536,1 libras/ha y el T2 de 1333,2 libras/ha. Ver gráfica N°10.

Según Martínez (2012), en estanques con densidad de siembra de 15 ind/m², se espera un equivalente a 2560 libras de camarón entero por hectárea. En este caso de este experimento como los individuos estudiados son juveniles tempranos se espera un Rendimiento Productivo de 1594 lb/ha.

Los resultados de este trabajo en Rendimiento Productivo son diferentes entre sí. Sin embargo los resultados del Tratamiento 1 con respecto al esperado no presentan diferencias altas, concordando con el autor lo citado anteriormente.



VII- CONCLUSIONES

- 1- El comportamiento del Oxígeno Disuelto varió de forma continua obteniendo en el T1 el valor mínimo de 4,8 mg/L (día 10) y el valor máximo de 6,6 mg/L (día 4). En el T2 el valor mínimo fué de 4,7 mg/L (día 22) y el valor máximo de 6,2mg/L (día 6). Los valores de Temperatura fueron: en el T1 el valor mínimo de 26,5 °C (día 10) y el valor máximo de 29,7 °C (día 15). En el T2 el valor mínimo fué de 26,7 °C (día 10) y el valor máximo de 29,5 °C (día 6). La salinidad se mantuvo similar en ambos tratamientos con valores en el T1 el valor mínimo de 26 ‰ (día 4) y el valor máximo de 35 ‰ (día 19). En el T2 el valor mínimo fué de 26 ‰ (día 4) y el valor máximo de 35 ‰ (día 20). Los valores del pH fueron: en el T1 el mínimo fué de 7,5 (día 1) y el valor máximo de 8,4 (día 19). En el T2 el valor mínimo fué de 7,5 (día 1) y el valor máximo de 8,1 (día 21).
- 2- En el Crecimiento Acumulado al final se reflejó un aumento en el T1 con un peso mayor final de 5,3 gr y el T2 de 4,6 gr. Los Ritmos de Crecimiento finales que presentó el experimento fueron para el T1 de 0,9 gr y el T2 con 0,8 gr. Los valores de Tasa de Crecimiento finales fueron: el T1 con 1,6 gr y el T2 de: 1,7 gr.
- 3- Los valores finales del FCA de cada tratamiento fueron: el T1 reportó un valor de 1 y el T2 un valor de 1. En ambos tratamientos se reportó una sobrevivencia final del 100%. Al finalizar este experimento el T1 reporto un Rendimiento Productivo de 1536,1 libras/Ha y el T2 de 1333,2 libras/Ha.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el experimento llegamos a la conclusión que los Factores Físicos y Químicos no afectaron en el crecimiento de los organismos. Según el análisis estadístico existe diferencia significativa ($P > 0,05$) entre ambos tratamientos, aceptando la hipótesis alternativa: El efecto en el crecimiento de camarones blancos juveniles *Litopenaeus vannamei* alimentados con dieta comercial con flóculo será diferente a los alimentados con la dieta comercial sin flóculo.

VIII- RECOMENDACIONES

A futuros investigadores, Tesisistas y productores que se dediquen al cultivo de camarones *Litopenaeus vannamei* se les recomienda:

- Registro y control estricto de los factores físicos químicos del agua, principalmente el oxígeno disuelto en el flóculo ya que si se encuentra fuera de los intervalos óptimos puede ser un factor crítico del crecimiento y sobrevivencia en cultivos de camarones.
- Poner en práctica Buenas practicas Acuícolas y de alimentación, para evitar que la sobrealimentación altere al flóculo en su composición.
- Realizar recambios de aguas adecuados para evacuar desperdicios de flóculos que al descomponerse genera bajones de oxígenos Disuelto y mala calidad del agua.
- Aplicar flóculo en el cultivo tres veces por semana con alimento peletizado (40% en la mañana y 60% en la tarde)
- Es fundamental que se utilice un sistema de aireación constante para que mantenga y proporcione estabilidad de oxígeno al dispositivo, para que este no perjudique el desempeño de la investigación.
- Continuar con esta investigación a mayores densidades de siembra, mayor tiempo, mejores equipos y condiciones de manejo.

IX- BIBLIOGRAFÍA

Achupallas J. 2000. Tecnología de alimentos para camarón. En: Civera-Cerecedo, R., Pérez-Estrada, C.J., Ricque-Marie, D. y Cruz-Suárez, L.E. (Eds.) Avances en Nutrición Acuícola IV. Memorias del IV Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. Noviembre 15-18, 1998. La Paz, B.C.S., México.pp.520-525.

Disponible en:http://www.trifas.org/pdf/issue_10_04/0408.pdf

Alba-Tercedor, J. 1996. Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos.IV Simposio del Agua en Andalucía (SIAGA) España. Vol. II: 203-pp.213.

Disponible en:http://www.ephemeropteragalactica.com/pubs/pub_a/pubalbaj1996p203.pdf

Álvarez, 2007.Sustitucion de harina de pescado por harina de soya E. inclusión de aditivos en el alimento a fin de mejorar la engorda del camarón blanco *litopenaeus Schmitt*. La paz. B.C.S. .pp118. Artículo .Disponible en:
<http://www.oceandocs.org/bitstream/1834/1548/1/Susana%20AlvarezTesis.pdf>

Anónimo 1- Nicolini Hnos. S.A. Víctor Talavera, Dagoberto Sánchez, L. Miguel Zapata V- Frecuencia de alimentación de camarones. Febrero 1997, (Eds) ; Vol 2- ejemplar 2.Lima- Perú. pp.1.

Disponible en:http://www.alicorp.com.pe/ohs_images/nicovita/boletines/alimento/bole_9702_01.pdf

Anónimo 2- Nicolini Hnos. S.A. Víctor Talavera, Dagoberto Sánchez, L. Miguel Zapata V, Métodos de alimentación de camarones. Febrero 1998 (Eds); Vol 3- ejemplar 5.Lima- Perú. pp.1.

Disponible en:
http://www.alicorp.com.pe/ohs_images/nicovita/boletines/alimento/bole_9805_01.pdf

Anónimo 3- Nicolini Hnos. S.A. Víctor Talavera, Dagoberto Sánchez, L. Miguel Zapata V (Eds). Agosto 1998. Alimentos naturales y comportamiento alimenticio de camarones. (Eds); Vol 3- ejemplar 8 Lima- Perú. pp.1- 2.

Disponible en:
http://www.alicorp.com.pe/ohs_images/nicovita/boletines/alimento/bole_9808_01.pdf

- Anonimo 4- Nicolini Hnos. S.A., Victor Talavera, Dagoberto Sánchez, L. Miguel Zapata V. Marzo1997.** (Eds); Tasa o factor de conversión alimenticia en el cultivo de camarón. Vol 2- ejemplar Lima- Perú.3. pp.1.
Disponible en
[:http://www.alicorp.com.pe/ohs_images/nicovita/boletines/alimento/bole_9703_01.pdf](http://www.alicorp.com.pe/ohs_images/nicovita/boletines/alimento/bole_9703_01.pdf)
- Arellano, E. 1990.** Guías Técnicas en el cultivo de larvas de camarón. En memoria de Edgar Arellano. : Once años dedicados a la investigación y desarrollo de la acuicultura en el Ecuador. CENAIM, San Pedro de Manglar alto Ecuador, Editores: Calderón, J., y Sonnenholzner, S. 1993. pp. 53-86.
Disponible en:http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-19572005000200003
- Avnimelech Y .2007.**Feeding with microbial flocs by tilapia in minimal discharge bioflocs technology ponds.Aquaculture 264.pp.140–147. Disponible en:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044848606008933>
- Avnimelech, Y. 2012.** Biofloctechnology a practical guide book. *World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA,* pp.48. Disponible en
[:http://cdn.intechopen.com/pdfs-wm/44409.pdf](http://cdn.intechopen.com/pdfs-wm/44409.pdf)
- Azam, F., Fenchel, T., Field, J.G., Gray, J.S., Meyer-Reil, L.A., Thingstad, F. 1983.** The ecological role of water-column microbes in the sea. *Mar Ecol Prog Ser.*, 10.pp. 257-263.
Disponible en:
[file:///C:/Users/yader%20blanco/Pictures/Cumple%20KATHE/Documents/Downloads/5307-14658-1-PB%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/yader%20blanco/Pictures/Cumple%20KATHE/Documents/Downloads/5307-14658-1-PB%20(1).pdf)
- Boyd, C. E. 1990.** Water Quality and Pond Soil Analyses for Aquaculture. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Alabama, USA.pp.183.
Disponible en: http://www.trjfas.org/pdf/issue_10_04/0408.pdf
- Boyd, C. E. y C. S. Tucker. 1992.** Y Calidad del Agua de estanque Los análisis de suelo para la acuicultura. Alabama Agricultural Experiment Station, la Universidad de Auburn, Alabama, USA.pp.183.
Disponible
en:http://www.ag.auburn.edu/auxiliary/BC/PAGESL1/CEBoyd/Boyd_Texts/BoydBioPDF.pdf

Boyd, C.E. & Clay, J.W. 2002. Evaluation of Belize Aquaculture Ltd: A superintensive shrimp aquaculture system. Report prepared under the World Bank, NACA, WWF and FAO Consortium Program on Shrimp Farming and the Environment. Published by the Consortium and obtainable through NACA, Bangkok, Thailand. pp.17.

Disponibile

en:<http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/tab/estudios/2004/27TA2004PD018.pdf>

Craig, S., Helfrich, LA, 2002. Entender Fish Nutrition, Piensos y Alimentación (Publication420-256). Virginia Cooperative Extension, Yorktown (Virginia). pp.4.

Disponibile

en

:<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0304380085900018>

Cuzon G, Lawrence A, Gaxiola G, Rosas C, Guillaume J .2004. Nutrition of *Litopenaeus vannamei* reared in tanks or in ponds. Aquaculture 235.p.513–551.

Moriarty DJW (1997) The role of microorganisms in aquaculture ponds. Aquaculture 151.pp.333–349.

Disponibile

en:

<http://www.repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/14996/cort%E9s1.pdf?sequence=1>

De Schryver, P., Cangrejo, R., Defoirdt, T. Boon, N., y Verstraete, W. 2008. Los fundamentos de la tecnología bio-flóculos: el valor añadido para ACUICULTURA. Acuicultura, 277 (3).pp.125-137. Disponible en:

[https://www.google.com.ni/?gws_rd=ssl#q=Schryver%2C+P.%2C+Cangrejo%2C+R.%2C+Defoirdt%2C+T.+Boon%2C+N.%2C+y+Verstraete%2C+W.+\(2008\).+Los+fundamentos+de+la+tecnolog%C3%ADa+bio-fl%C3%B3culos%3A+el+valor+a%C3%B1adido+para+ACUICULTURA.+Acuicultura%2C+277+\(3\).pp.125-137.](https://www.google.com.ni/?gws_rd=ssl#q=Schryver%2C+P.%2C+Cangrejo%2C+R.%2C+Defoirdt%2C+T.+Boon%2C+N.%2C+y+Verstraete%2C+W.+(2008).+Los+fundamentos+de+la+tecnolog%C3%ADa+bio-fl%C3%B3culos%3A+el+valor+a%C3%B1adido+para+ACUICULTURA.+Acuicultura%2C+277+(3).pp.125-137.)

Edemar, A., Beltrame, E. Seiffert, W. 1996. Despesca Franqueo y post-larvas. Curso "Producción de la post - camarão marinho larval" Internacional Florianópolis, Brasil .pp. 153-156.

Disponibile en:<http://cdn.intechopen.com/pdfs-wm/44409.pdf>

Emerenciano M, Cuzon G, López-Aguiar K, Noreña-Barroso E, Máscaro M, Gaxiola G.2011. Bioflocmeal pellet and plant-based diet as an alternative nutrition for shrimp under limited water exchange systems. CD of abstracts of World Aquaculture Society Meeting 2011, Natal, RN, Brazil.

Disponibile en: <http://cdn.intechopen.com/pdfs-wm/44409.pdf>

Emerenciano M, Ballester ELC, Cavalli RO, Wasielesky W .2012. Biofloctecnología aplicación as a foodsource in a limited water exchange nursery system for pink shrimp *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817). Aquac Res 43.pp.447-457.

Disponible en: <http://cdn.intechopen.com/pdfs-wm/44409.pdf>

FAO. 2014. Code of Conduct for Responsible Fisheries. FAO, Rome, Italy.pp. 41.

Disponible

en:http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Litopenaeus_vannamei/es

Guevara, 2003. Formulación y elaboración de dietas para peces y crustáceos.

Tacna – Perú.

Disponible en:<http://www.unjbg.edu.pe/coin2/pdf/01040800303.pdf>

Gonzales, 2003. Diseño de un alimento para camarones jóvenes a partir de un residuo seco obtenido por un bioproceso. Universidad de la sabana. Facultad de Ingeniería. Programa ingeniería de producción agroindustrial. Santa fe de Bogotá., pp183.

Disponible en:

:<http://intellectum.unisabana.edu.co:8080/jspui/bitstream/10818/5101/1/129991.pdf>

Herrera C y Martinez E. 2009. Guía para el componente curricular CAMARONICULTURA de la Carrera de Ingeniería Acuícola. UNAN-León, Nicaragua.

Herrera C. 2012. Factores físicos y químicos del agua de los estanques camaroneros. Nicaragua.pp.11. Disponible en:

<http://web.uned.ac.cr/biocenosis/images/stories/art%C3%ADculos%20Vol27/13w-Corona-Contaminacion-VF.pdf>

López, 1999. Aproximación a los requerimientos nutricionales de juveniles de camarón blanco *litopenaeusschmitti*. Evaluación de niveles y fuentes de proteína en la dieta. Centro de Investigaciones Pesqueras. Universidad de la Habana. Ciudad de la Habana., pp. 103.

Disponible

en:<http://www.oceandocs.org/bitstream/1834/1439/1/JOSE%20GALINDO%20LOPEZ%20-%20TESIS%20DE%20MAESTRIA.pdf>

- Martinez, L.R., Martinez, P.M., López, J.A., Campaña, A., Miranda, A., Ballester, E., Porchas, M.A. 2010.** Alimento natural en acuicultura: una revisión actualizada. Universidad Autónoma de nuevo León. Monterey, Mexico., pp. 668-699. Artículo. Disponible en: http://www.uanl.mx/utilerias/nutricion_acuicola/X/archivos/26-LuisMartinez.pdf
- Martínez E. 2011.** Comunicación personal, Nicaragua.*merguiensis* de Man, *Penaeus japonicus* Bate, *Penaeus aztecus* lves, *Metapenaeus ensis* de Haan and *Penaeus semisulcatus* de Haan. In: Avault W, Miller R, editors. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044848685901875>
- Martínez 2012.** Crecimiento de camarones marinos *Litopenaeus vannamei* en estanques de concreto. Laboratorio de Investigaciones Marinas y Acuícolas (LIMA- UNAN - León). Nicaragua.
- Martínez E. 2013.** Crecimiento y Desarrollo. Carrera Ingeniería Acuícola Facultad de Ciencias y Tecnologías. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. León, Nicaragua., pp. 1-4.
- Morales, V. 1990.** Levantamiento larvario de camarones peneidos. Cartilla Pradepesca.pp. 1. Disponible en: <http://www.scirp.org/journal/PaperInformation.aspx?PaperID=41564#.U72iFPI5PLO>
- Pérez Farfante, I. and B. Kensley. 1997.** Penaeoid and Sergestoid shrimps and prawns of the world. Key and diagnoses for the families and genera. Mémoires du Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 175.pp.1-233. Disponible en: <http://www.amazon.com/Penaeoid-Sergestoid-Shrimps-Prawns-World/dp/2856535100>
- Ray AJ, Lewis BL, Browdy CL, Leffler JW .2010.** Suspended solids removal to improve shrimp (*Litopenaeus vannamei*) production and an evaluation of a plant-based feeding minimal-exchange, superintensive culture systems. Aquaculture 299.pp.89-98
Disponible en: <http://www.usm.edu/gcrl/cv/ray.andrew/publication.ray.andrew.php>

Rojas, A.A., Haws, M.C. y Cabanillas, J.A. ed. 2005. Buenas Prácticas de Manejo para el Cultivo de Camarón. Hilo, Hawaii. pp.25 - 28.

Disponible en:

http://www.crc.uri.edu/download/PKD_good_mgt_field_manual.pdf

Sánchez. 2000. Nutrición y manejo del alimento. College station N. Texas, USA.pp.26.Disponible

en:<http://www.cesasin.com.mx/CentroAmerica/4%20Nutrici%C3%B3n.pdf>

Van Olst, J.C y Calberg J. M. 1972. shrimp farming. Aquaculture systems international. Sorrento valley road. San Diego California.

Disponible en:

<file:///C:/Users/yader%20blanco/Pictures/Cumple%20KATHE/Documents/Downloads/emericiano%20aquaresearch2011.pdf>

X- ANEXOS

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua

UNAN – León
 Facultad de Ciencias y Tecnología
 Ingeniería Acuícola



Formato de campo para toma de datos de parámetros físico – químicos en el cultivo de camarón blanco *Litopenaeusvannamei*.

Tesistas encargadas: _____

Numero de pila: _____

Área de la pila: _____

Sistema de cultivo: _____

PI/m² : _____

Tratamiento: _____

Fecha de siembra: _____

Semana del _____ al _____ del _____.

Dias	Oxígeno Disuelto (O.D)		Temperatura (Tº)		Salinidad (S°/oo)		pH	
	06:00 a.m.	06:00 p.m.	06:00 a.m.	06:00 p.m.	06:00 a.m.	06:00 p.m.	06:00 a.m.	06:00 p.m.
Lunes								
Martes								
Miércoles								
Jueves								
Viernes								
Sábado								
Domingo								

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua

UNAN – León
Facultad de Ciencias y Tecnología
Ingeniería Acuícola



Formato de campo para toma de datos de peso en el cultivo de camaron blanco
Litopenaeusvannamei.

Tesistas encargadas: _____

Sistema de cultivo: _____

Pl/m² : _____

Tratamiento: _____

Fecha de siembra: _____

Semana del _____ al _____ del _____.

Organismo	Peso de toalla + organismo	Peso de toalla húmeda	Peso real del organismo
		Peso total	
		Promedio	

Observaciones:

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua

UNAN – León
Facultad de Ciencias y Tecnología
Ingeniería Acuícola



Formato de campo para toma de datos de muestreos poblacionales en el cultivo de camarón blanco *Litopenaeus vannamei*.

Tesistas encargadas: _____

Sistema de cultivo: _____ Pl/m² : _____

Tratamiento: _____

Fecha de siembra: _____

Semana del _____ al _____ del _____.

Semana	Población	Peso (gr)	R.C (gr)	T.C	% Peso	Alim/día (Gr)	Alim/sem (Gr)	F.C.A	RP (Lb)
1									
2									
3									
4									

TABLAS DE ALIMENTACION.

Tratamiento 1: Dieta comercial más flóculo.

Semana	Población	Sobrevivencia (%)	Peso (gr)	Biomasa (gr)	% peso	Alimento Día (gr)	Alimento cada 7 Dias	Alimento acumulado	FCA
0	15	100	1,5	22,5	23	5,18	36,23	36,23	1,6
5	15	100	2	30,0	5	1,50	10,50	46,73	1,6
10	15	100	2,7	40,5	3	1,22	8,51	55,23	1,4
15	15	100	3,5	52,5	2	1,05	7,35	62,58	1,2
20	15	100	4,4	66,0	2	1,32	9,24	71,82	1,1
25	15	100	5,3	79,5	2	1,59	11,13	82,95	1,0

Tratamiento 2: Dieta comercial sin flóculo.

Semana	Población	Sobrevivencia (%)	Peso (gr)	Biomasa (gr)	% peso	Alimento Día (gr)	Alimento cada 7 Dias	Alimento acumulado	FCA
0	15	100	1,5	22,5	23	5,18	36,23	36,23	1,6
5	15	100	1,9	28,5	3	0,86	5,99	42,21	1,5
10	15	100	2,5	37,5	3	1,13	7,88	50,09	1,3
15	15	100	3,1	46,5	2	0,93	6,51	56,60	1,2
20	15	100	3,8	57,0	2	1,14	7,98	64,58	1,1
25	15	100	4,6	69,0	1	0,69	4,83	69,41	1,0

FOTOS



Dispositivo Experimental: T1: Dieta comercial con flóculo vs T2: Dieta comercial sin flóculo.

Parámetros Físico – químicos.



Monitoreo de Oxígeno Disuelto y Temperatura con ayuda de un oxigenómetro en el dispositivo experimental: T1: Dieta comercial con flóculo vs T2: Dieta comercial sin flóculo.



Toma de salinidad mediante un salinometro en el dispositivo experimental: T1: Dieta comercial con flóculo vs T2: Dieta comercial sin flóculo.

Toma de pH mediante un peachimetro en el dispositivo experimental: T1: Dieta comercial con flóculo vs T2: Dieta comercial sin flóculo.



Parámetros Poblacionales.



Procedimiento del pesaje de los camarones en el dispositivo experimental: T1: Dieta comercial con flóculo vs T2: Dieta comercial sin flóculo.

Preparación del Flóculo.

Insumos



Grumos de algas, bacterias, protozoos, etc.



Fertilizante y Melaza

Preparación



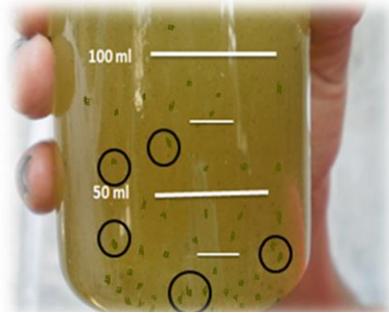
Aplicación de fertilizante para preparar flóculo en el dispositivo experimental:

T1: Dieta comercial con flóculo vs T2: Dieta comercial sin flóculo.



Aplicación de melaza para preparar flóculo en el dispositivo experimental:

T1: Dieta comercial con flóculo vs T2: Dieta comercial sin flóculo.



Grupos de flóculo en el dispositivo experimental:
T1: Dieta comercial con flóculo vs
T2: Dieta comercial sin flóculo.

Alimentación



T1: Alimento con Flóculo



T2: Alimento sin Flóculo