

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA

UNAN-León

Escuela de Ciencias Agrarias y Veterinarias

Carrera de Ingeniería Acuícola.



Tesis para optar al título de Ingeniero Acuícola.

Efecto de la presencia de flóculos sobre el crecimiento en juveniles de camarones blancos del pacífico *Litopenaeus vannamei* en sistemas intensivos en condiciones experimentales.

Elaborado por:

Br. Ludwing Bayardo Delgado Cáliz

Br. Álvaro Aníbal Palácios Lopez.

Tutor: Dr. Evenor Martínez G.

León, febrero, 2015

RESUMEN

Entre los costos de producción en insumos de la camaronicultura, el alimento es el que llega a representar hasta un 60%. Los flóculos son agregados de bacterias, microalgas y demás microorganismos que proliferan en la columna de agua y que tienden a agruparse en condiciones óptimas de C: N (Jorand et al., 1995). Por tal motivo este trabajo tiene como objetivo principal la comparación del efecto del alimento comercial aplicado con flóculo y el mismo alimento sin flóculo, para juveniles de camarones *Litopenaeus vannamei* a densidades de siembra de 30 ind/m². El experimento se dividió en dos tratamientos (T1 y T2) cada uno contó con tres recipientes plásticos, el T1: alimento peletizado con flóculo y el T2: alimento peletizado. Se midieron factores físicos y químicos: Oxígeno disuelto, Temperatura, Salinidad y pH, también se calculó el Crecimiento acumulado, Ritmos de crecimiento, Tasa de Crecimiento, Supervivencia, Rendimiento Productivo y Factor de Conversión Alimenticio. Los resultados fueron: Los niveles de oxígeno disuelto fluctuaron para el T1 entre 4.2 mg/L y 5.8 mg/L, mientras que en el T2 varió entre 4.4 mg/L y 5.9 mg/L; la temperatura osciló entre 26.4°C y 30°C en el T1, en el caso del T2 los valores se mantuvieron entre 27°C y 30°C; las salinidades para el T1 estuvieron entre 28 ‰ y 35 ‰, mientras que en el T2 los valores se manejaron entre 29 ‰ y 35 ‰; El pH varió para el T1 entre 6.7 y 8.2 y para el T2 los valores fueron de 6.7 a 8.2. El crecimiento acumulado al final del ciclo fue: 5.35 g para el T1 con flóculo y 4.9 g para el T2 sin flóculo, el ritmo de crecimiento se observó en promedio cada 5 días 0.7 gr con flóculo y sin flóculo fue de 0.62 g, la tasa de crecimiento fue de 1.55 g con flóculo y 1.50 g sin flóculo. La supervivencia final fue de 100% para ambos tratamientos, el rendimiento productivo al final del ciclo experimental fue de 4,651.63 lbs/ha con flóculo y 4,260.38 lb/h sin flóculo, el factor de conversión alimenticia con flóculo fue de 1.15 y sin flóculo fue de 1.20.

DEDICATORIA

Deseo aprovechar la oportunidad para dedicar este trabajo al igual que todos los esfuerzo que empleamos en su realización en primer instancia a nuestro **Señor Dios Todopoderoso**, Omnipotente y Omnisapiente ya que gracias a la salud, sabiduría y deseos de superación que él derramó en nuestros cuerpos y mentes logramos guiarnos por el sendero del progreso para así lograr culminar nuestras metas.

Luego a **mis abnegados progenitores**, ya que recibí de ellos en todo momento apoyo económico y los consejos oportunos en los momentos de desaliento logrando, gracias a ellos, elevar mi autoestima y fortaleza espiritual, adquiriendo el valor necesario para hacerle frente a las adversidades que se presentaron constantemente durante el desarrollo de este trabajo.

A mis maestros que me han impulsado con afecto y voluntad hacia un mejor porvenir Dr. Evenor Marines Gonzales y Msc. Claudia Herrera Sirias

Ludwing Bayardo Delgado Cáliz

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a ti **Dios padre todo poderoso**, por haberme dado el don máspreciado que es la vida y por permitirme crecer con fe y bajo tu protección guiándome en el buen camino y dándome las fuerzas para seguir adelante, haciéndole frente a todas las dificultades.

A mis padres Adonia López Rosales y Álvaro José Palacios Martínez por su apoyo incondicional en todo momento y paciencia, que gracias a ellos he alcanzado una de mis metas propuestas.

A todos ellos les dedico este trabajo.

Álvaro Aníbal Palacios Lopez.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar le agradecemos a Dios por habernos acompañado y guiado a lo largo de nuestra carrera, por ser nuestra fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarnos una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad,

En segundo lugar queremos resaltar y agradecer la labor del Dr. Evenor Martínez Gonzales nuestro tutor el cual fue el que nos dio la guía para realizar nuestra investigación, suponiendo para nosotros el "motor" en todo este proceso, desde el primer día hasta el último, siendo nuestro mentor con su eminente sabiduría. Su capacidad de escucha para después emitir sus sabios consejos, sus palabras de aliento y su manera de hacer frente a los imprevistos, junto a otras muchas virtudes, nos han permitido consolidarnos como investigadores. De la misma manera agradecer a la M.Sc. Claudia Herrera Sirias quien fue como una segunda madre para nosotros más que una maestra, cada uno de sus sabidos consejos fueron una enorme ayuda para concretar nuestra tesis, estando pendiente en cada momento de nuestra investigación, no importando el tiempo, mostrando disposición y paciencia para hacernos sugerencias en pos de mejorar.

En tercer lugar, quisiéramos agradecer a nuestras familias, y muy especialmente a nuestros padres, el esfuerzo, la paciencia, el tesón y la confianza que han puesto en nuestra educación. Sin ellos, nunca habríamos llegado a ser quienes somos, ni a estar donde estamos.

Contenido

I.	INTRODUCCIÓN.....	9
II.	OBJETIVOS	11
III.	HIPOTESIS	12
IV.	LITERATURA CITADA	13
	4.1-Características del camarón.....	13
	4.2-Clasificación Taxonómica del <i>Litopenaeus vannamei</i>	15
	4.3-Ciclo de vida de los camarones.....	15
	4.4-Hábitos alimenticios	17
	4.5-Detección del alimento	18
	4.6-Sistema digestivo de los camarones	19
	4.6.1-Digestibilidad	20
	4.7-Sistemas de producción	21
	4.7.2-Sistema Semi-intensivo	22
	4.7.2-Sistema Intensivo	22
	4.7.3-Cultivo Hiper-intensivo	22
	4.8-Calidad de Agua y Factores físicos-químicos	23
	4.8.1-Oxígeno disuelto.....	24
	4.8.2-Temperatura	25
	4.8.3-Salinidad.....	26
	4.8.4-pH.....	28
	4.9-Alimentación natural de los camarones	31
	4.10-Alimentación artificial.....	33
	4.10.1-Proteínas	33
	4.10.2-Aminoácidos	34
	4.10.3-Lípidos	34
	4.10.4-Colesterol	34
	4.10.5-Minerales	34
	4.10.6-Vitaminas.....	35
	4.10.7-Características físicas del alimento.....	35
	4.10.7.3-Tamaño del pellet	36
	4.10.7.4-Partícula de pellet de camarón.	37
	4.10.7.5-Fracturas	37

4.10.8-La atractabilidad y la palatabilidad del alimento	37
4.11-Tabla de alimentación.....	38
4.12-Flóculos.....	39
4.12.1-Usos de los flóculos.....	40
4.12.2-Factores que afectan los procesos de los bioflocs	41
4.12.3-Bioflocs en cultivo de camarón marino.....	42
4.12.4-Formas de caracterizar los flóculos.....	42
4.13-Buenas Prácticas de Producción Acuícola (BPPA)	43
.....	43
4.14-Estudios biológicos	46
4.14.1-Crecimiento y desarrollo	46
4.14.2-Monitoreo de Crecimiento y Población.....	47
4.14.3-Crecimiento Acumulado.....	47
4.14.4-Ritmo de Crecimiento	48
4.14.5-Tasa de Crecimiento.....	49
4.14.6-Sobrevivencia	50
4.14.7-Rendimiento Productivo	51
4.14.8-Factor de Conversión Alimenticia	51
V. MATERIALES Y MÉTODOS	54
5.1-Localización	54
5.2-Flujo de agua del lugar donde se realizará el experimento.....	54
5.3-Diseño y dispositivo experimental	55
5.4-Proceso de producción de floculo	56
5.4.1-Colecta de muestra para el proceso del floculo.....	56
5.4.2-Procesado de la muestra para la elaboración del flóculo.....	56
5.5-Aclimatación y siembra	57
5.6-Régimen de alimentación de los camarones	58
5.7-Factores físicos-químicos.....	58
5.7.1-Oxígeno disuelto.....	58
5.7.2-Temperatura	59
5.7.3-Salinidad.....	59
5.7.4-pH.....	59
5.8-Parámetros Poblacionales	60

5.8.1-Crecimiento Acumulado.....	60
5.8.2-Ritmo de Crecimiento	60
5.8.4-Sobrevivencia	61
5.8.5-Rendimiento Productivo.....	62
5.8.6-Factor de Conversión Alimenticia	62
5.9-Manejo de la información generada	62
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	63
6.1-Factores físicos y químicos del agua.....	63
6.1.1-Oxígeno Disuelto.	63
6.1.2Temperatura del agua.....	64
6.1.3-Salinidad del agua.	64
6.1.4-pH del agua.	66
6.2-Parámetros poblacionales.....	67
6.2.1-Crecimiento acumulado.	67
6.2.2-Ritmo de crecimiento.	69
6.2.3-Tasa de crecimiento.	70
6.2.4-Sobrevivencia.	70
6.2.5-Rendimiento productivo.	72
6.2.6-Factor de Conversión Alimenticia (F.C.A).	73
VII. CONCLUSIONES.....	74
VIII. RECOMENDACIONES	75
IX. BIBLIOGRAFÍA	76
X. ANEXOS.....	82

I. INTRODUCCIÓN

La acuicultura es en la actualidad una fuente importante de producción de alimentos, y se está haciendo cada vez más necesaria debido a la creciente demanda mundial de proteínas. Los camarones marinos desde el punto de vista económico constituyen uno de los recursos acuáticos más importantes, dada la gran demanda comercial existente en el mercado local y principalmente internacional.

La acuicultura es una industria que se ha convertido en una de las alternativas con mayor viabilidad económica para la producción de alimento, apoyándose en técnicas y procesos sobre los cuales se cultivan organismos acuáticos en condiciones controladas siendo así la alimentación un factor decisivo para el desarrollo exitoso de cualquier cultivo de organismos acuáticos, por lo que un óptimo aprovechamiento de la misma permitirá elevarla eficiencia y disminuir costos.

Es importante resaltar que entre los costos de producción en insumos uno que es de gran interés es el alimento que llega a representar hasta un 60% del costo de producción en los ciclos de las granjas y más son los costos en aquellas que no toman en cuenta la productividad natural. Esto debido al alto precio que ha alcanzado la harina de pescado que es la principal materia prima para la elaboración de estos alimentos. En especial los alimentos que se utilizan en la época temprana del ciclo productivo, cuando los animales consumen el mayor porcentaje de proteína. (Galindo et al. 1992)

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

En condiciones naturales los camarones se alimentan de una gran cantidad de microorganismos conocidos como perifitos los cuales se destacan por el valor

nutricional que generan. En la acuicultura han utilizado varias especies de microalgas como alimento, pero no todas ellas son adecuadas para mantener el crecimiento de un organismo en particular, esto se debe a que existen diferencias de tamaño, digestibilidad y valor nutritivo que ellas presentan. (Boyd et al, 2002).

Los flóculos son agregados de bacterias, microalgas y demás microorganismos que proliferan en la columna de agua y que tienden a agruparse en condiciones óptimas de C: N (Jorand, 1995).

Implementando el sistema de biofloc se aportará elementos nutritivos suficientes que permitan alcanzar un mayor crecimiento de los camarones logrando una reducción de los costos de producción. Este sistema es sencillo de obtener con ayuda de algas naturales como las clorofitas y diatomeas conteniendo un gran número elevado de proteínas que serán de gran ayuda en el crecimiento del camarón.

Los resultados de esta investigación permitirán destacar el valor nutricional que genera proporcionar una fuente adicional de proteínas llamado (flóculos) que garanticen un buen desarrollo para los camarones además de la aplicación de alimento peletizado, también es importante señalar que con la utilización del floculo se estaría reduciendo de manera significativa el desperdicio del alimento artificial y por lo tanto disminuirá el costos de producción.

Los resultados de este trabajo le servirán a productores y técnicos camaroneros para suministrar alimento natural a bajo costo (flóculo) y de alta tecnología, que determine la disminución de la cantidad de alimento peletizado en la dieta de los camarones esto sin duda, significará una reducción en los costos de operación y disminución de los impactos ambientales en la producción de camarones.

II. OBJETIVOS

General:

Determinar el efecto del flóculo sobre el crecimiento en juveniles de camarones juveniles *Litopenaeus vannamei* en sistemas intensivos en condiciones experimentales.

Específicos:

1. Verificar que los valores de los factores físicos-químicos (oxígeno disuelto, temperatura, salinidad y pH) se mantengan entre los rangos óptimos en ambos tratamientos.
2. Comparar el Crecimiento Acumulado, Ritmo de Crecimiento y Tasa de Crecimiento de los camarones estudiados en ambas condiciones experimentales.
3. Calcular la Sobrevivencia, el Rendimiento Productivo y el factor de Conversión Alimenticia en los juveniles de los camarones blancos del pacifico *Litopenaeus vannamei* en sistemas semi intensivos en condiciones experimentales.

III. HIPOTESIS

Ho. Con la aplicación del floculo más alimento comercial para camarones se obtendrá igual crecimiento que solamente con alimento comercial.

H1. Con la aplicación del floculo más alimento comercial para camarones se obtendrá diferente crecimiento que solamente con alimento comercial

IV. LITERATURA CITADA

Actualmente la acuicultura se practica en muchos lugares del mundo, aunque claro está que en ciertos lugares, ya sea por motivos distintos, están en un nivel más avanzado en comparación con lo de nosotros.

La actividad camaronera viene tomando mayor fuerza en la actividad comercial por su índice de demanda, actualmente los camarones viene siendo uno de los principales organismo de cultivo en la acuicultura, esto ha traído beneficios al ambiente, cada vez se hace menos la necesidad de estar capturándolos de sus medios silvestres, siendo este un importante avance.

El incremento dinámico de esta actividad lleva implícito un fuerte dominio de la tecnología en las diferentes fases del cultivo, tanto en la producción de larva en laboratorio como en la pre-cría y engorda de estos crustáceos.

4.1- Características del camarón

El camarón blanco pertenece a la familia Litopenaidae, presenta cuerpo subcilindrico, alargado, comprimido con abdomen o cuerpo (pleon) más largo que el cefalotórax o cabeza (cefalon y pereion). Todo el animal está cubierto exteriormente por un exoesqueleto o caparazón (cascara o tegumento quitinoso) y termina en una nadadera caudal constituida por un par de urópodos y telson o cola. En el estado adulto y fresco, se distingue por su coloración blanco mate.

La talla comercial varía de 11.5 a 20 centímetros. Son organismos de fecundación externa que desovan durante un periodo prolongado que pueden establecerse en términos generales durante la primavera. Para el camarón blanco del pacífico el desove empieza a fines de febrero y termina en Octubre. Los huevos liberados en el agua, son de un tamaño que oscila entre 200 y 500 micras, según las especies. Es recomendable estudiar las migraciones de las poblaciones de adultos, para localizar las áreas de desove.

El desarrollo larval, o sea, los estados por los que pasa el camarón desde huevo hasta camarón adulto, comprende generalmente 10 fases, cinco están incluidas bajo el nombre de Nauplio (larvas), tres con el nombre de Protozoa (larvas) y dos con el de Mysis (larvas). Después de éstas y antes de la forma verdaderamente adulta, existen las llamadas Postmysis (post-larvas) y por último antes de alcanzar las tallas de adulto se les denomina juveniles. Esta especie presenta patrones de migración bien definidos, las mayores concentraciones de larvas de camarón se encuentran en aguas marinas. Las postlarvas de camarón con hábitos bentónicos, se encuentran adyacentes a la costa y entran en las lagunas litorales, regiones de esteros, etc. Las etapas de juveniles son típicamente estuarinas, permanecen allí de 2 a 4 meses para migrar de regreso a aguas marinas, donde los organismos alcanzan la madurez sexual y desovan. (Herrera, 2009)

Según Cárdenas, 2004 en esta forma se establece que el desove se lleva a cabo en mar abierto. Las larvas de camarón blanco del pacífico se dirigen hacia los estuarios y entran en ellos en etapa de post-larvas, al alcanzar el estado adulto inician el movimiento inverso, es decir hacia altamar de este hecho se aprovechan los pescadores camaroneros del litoral para capturarlos a su salida, los individuos que logran salir al mar y sobrevivir a la pesca de altura, se encargan de reiniciar el ciclo.

La dieta alimenticia está basada en partículas orgánicas de origen animal o vegetal. Se supone que en mar abierto la alimentación del camarón está formada por residuos o detritus de prácticamente todas las formas marinas tales como moluscos, peces, algas, crustáceos, anélidos, y demás de fauna marina, debido a sus hábitos de nadadores demersales, están más relacionados con la fauna bentónica demersal. Por lo tanto, el nicho ecológico de estos *Litopeneidos* o sea la fusión de nutricio del animal dentro de la comunidad, (las relaciones con el alimento disponible), se clasificaría dentro de omnívoro con tendencia a carnívoro.

4.2-Clasificación Taxonómica del *Litopenaeus vannamei*

Phylum: *Artrópoda*

Clase: *Crustácea*

Subclase: *Malacostraca*

Series: *Eumalacostraca*

Súper Orden: *Eucarida*

Orden: *Decápoda*

SubOrden: *Dendobbranchiata*

Infra Orden: *Penaeidae.*

Superfamilia: *Penaeidae.*

Familia: *Penaeidae.*

Género: *Litopenaeus*

Especies: *vannamei*

Fuente: Suarez, 2008.

4.3-Ciclo de vida de los camarones

Según Morales, 1990 (Citado por Barreto 2011).El ciclo de vida del camarón (Figura 1) puede ser dividido en dos fases: la Marina y la estuarina.

Según CPC, 1989 (Citado por Barreto 2011). 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. Las hembras grávidas son reconocidas fácilmente por sus ovarios verdes, visibles a través del caparazón.

Luego los huevos se desarrollan y pasan a través de una serie de estadios larvales: nauplio, zoea y mysis, posteriormente alcanzan el estadio de post-larva que asemeja a un camarón adulto. Luego las post-larvas se mueven en dirección a la

costa hacia los estuarios de los ríos, donde se desarrollan rápidamente, pues encuentran una mayor disponibilidad de alimento, menor salinidad, mayores temperaturas y protección contra los depredadores. Después de sucesivas mudas, las post-larvas se transforman en juveniles manteniéndose en los estuarios de los ríos durante un lapso de 3 a 4 meses, posteriormente comienzan a migrar al mar donde su crecimiento es más rápido.

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

Según Morales, 1990 (Citado por Barreto 2011). Existe evidencia de que las hembras desovan más de una vez. La vida normal del camarón es de 12 meses aproximadamente, pero algunos llegan a los dos años.

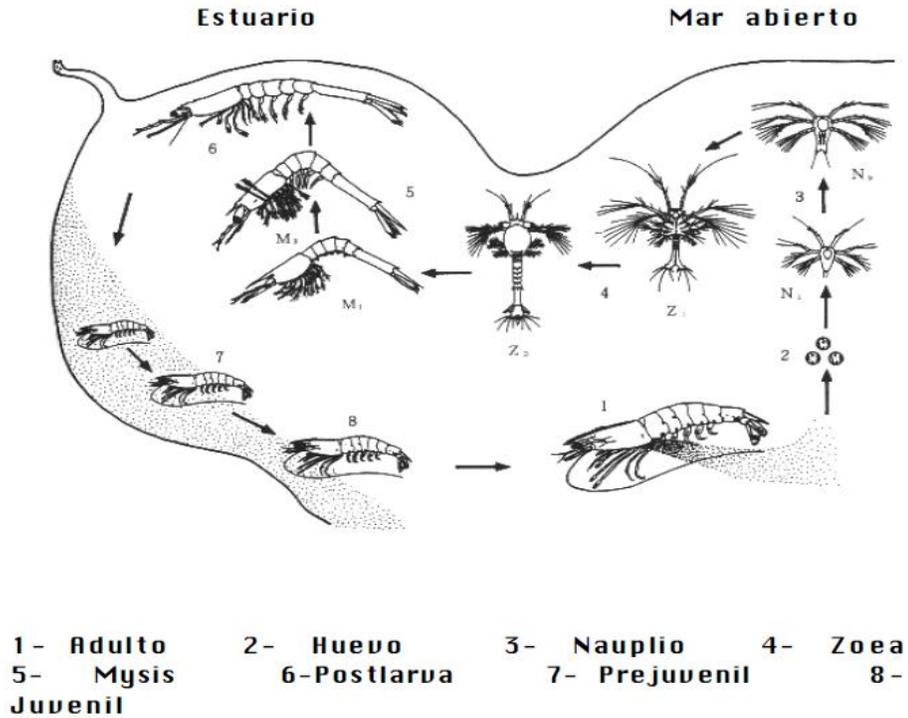


Figura 1. Ciclo de vida del camarón

4.4-Hábitos alimenticios

En condiciones naturales los camarones *Litopenaeidos* juveniles son considerados omnívoros o detritívoros. En estudios del contenido estomacal, que se han hecho en diferentes especies, se han encontrado, de manera general pequeños crustáceos, poliquetos, algas y detritos. Algunas especies son más vegetarianas y otras más carnívoras.

El siguiente cuadro muestra los distintos estadios larvales, forma de alimentación y comportamiento.

Tabla 1: Hábitos alimenticios del camarón en cada una de sus etapas

ESTADIO	ALIMENTACION PRINCIPAL	COMPORTAMIENTO
Huevo	-	Flota, tendencia a depositarse en el fondo
Nauplius	Sus propias reservas	Locomoción por antenas, planctónicas

Protozoa	Filoplancton	Planctónicas, natación por apéndices cefálicos
Mysis	Zooplancton	Planctónicas, natación por apéndices del tórax
Postlarvas	Zooplancton y posteriormente alimentación omnívora	Los primeros estadios son planctónicos, luego de hábitos bentónicos, natación por pleópodos

Fuente: Cortez, 1998.

4.5-Detección del alimento

Las antenas y las anténulas intervienen en la quimiorrecepción, búsqueda y reconocimiento del alimento, a través de quimiorreceptores llamados astetascos, que se encuentran en el flagelo lateral de las anténulas, comunicados por el nervio antenular al lóbulo olfatorio del protocerebro de los crustáceos. Los movimientos de las antenas tienen como función aumentar la exposición de los astetascos a los químicos propiciando la circulación del agua.

Además de estos receptores (de distancia) asociados al sentido del olfato, hay otro tipo de quimiorreceptores sensitivos localizados en los apéndices masticadores y a las partes bucales que funcionan como el sentido del gusto (receptores de contacto). Así tenemos que, el camarón tiene la capacidad de detectar el alimento a distancia, mediante los receptores antenales, y una vez que se ha dirigido a él, por contacto, lo degusta con los receptores presentes en pereopodos y apéndices bucales, dando como respuesta la aceptación o el rechazo del alimento.

La capacidad de percibir la presencia y detectar el sabor del alimento, representa una estrategia energética, que permite minimizar el tiempo de búsqueda y maximizar la proporción neta de energía o de ingredientes ingeridos, estrategia que puede ser utilizada eficazmente tanto en el diseño de los alimentos balanceados como en la forma de distribución.

Sin embargo, es importante señalar que tanto la decisión de alimentarse como el nivel de alimentación o consumo son afectados por otros factores tanto internos (grado de inanición, dominancia social, sexo, estatus reproductivo, estado de muda), como externos (presencia de depredadores, competidores, nivel energético de la dieta, condiciones de medio ambiente como temperatura, nivel de oxígeno, cantidad de luz etc.) por lo que todos estos factores deben ser considerados al momento de definir los programas de alimentación.

Los quimiorreceptores son sensibles a mezclas de moléculas disueltas en el agua liberadas por alimentos naturales o artificiales. Estos compuestos son moléculas muy solubles en agua y son de bajo peso molecular como: aminoácidos, compuestos cuaternarios de amonio, trimetilamina, betaína, nucleótidos, aminos biogénicos y ácidos orgánicos. De hecho, muchas de estas sustancias se liberan de los organismos cuando mueren por descomposición de las proteínas, siendo éste uno de los mecanismos como un detritívoro reconoce a su presa.

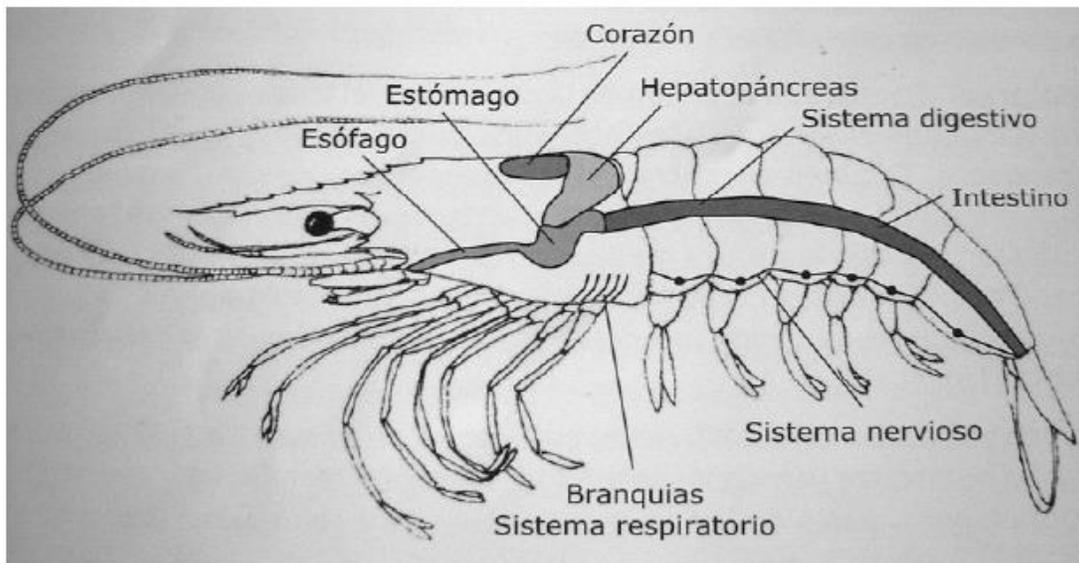
El uso de sustancias atractantes permite que los alimentos sean localizados y consumidos más rápido por los animales. Estos compuestos son generalmente extraídos de organismos marinos, aunque también pueden utilizarse moléculas orgánicas como: aminoácidos libres o ciertas bases nitrogenadas que tienen un efecto attractante. De manera comercial se encuentran disponibles en el mercado extractos o solubles de diferentes organismos marinos como: calamar, krill, pescado incluyendo aceites de pescado y de calamar. La manera de aplicar estos atractantes en los alimentos balanceados puede ser mezclada como aditivo con los demás ingredientes de la fórmula, o por aspersión sobre los pellets terminados. Lo importante es que sean liberados inmediatamente que los pellets entren en contacto con el agua. (Cruz, 2006)

4.6-Sistema digestivo de los camarones

Comprende un esófago corto, estómago y un largo intestino que recorre todo el abdomen que termina en la base del telson y se abre al exterior en el ano. Anexo al

estómago encontramos el hepatopáncreas, órgano de vital importancia en la digestión de alimentos y procesamiento de sustancias nutritivas. (Vega, 2006).

Recordemos algo sobre la biología del camarón marino, tal como el tiempo de evacuación del sistema digestivo, el cual dura aproximadamente 3 horas (incluso puede ser menos para camarones pequeños). En una primera ración el camarón consumirá lo suficiente hasta que su estómago esté lleno; después de 30 minutos a una hora, éstos podrán volver a comer por segunda vez, pero una menor cantidad, debido a que su apetito ha sido saciado la primera vez y su estómago aún conserva alimento en plena digestión. (Sánchez , 2004)



Fuente: Vega, 2006.

Figura 2. Morfología interna del camarón

4.6.1-Digestibilidad

La digestibilidad de un alimento es definida de acuerdo con dos índices: la digestibilidad aparente y la verdadera digestibilidad. El índice de digestibilidad aparente es definido como (D_a):

$$D_a = (I - H)/I$$

Donde I es la cantidad de materia ingerida y H la perdida en las heces. Para obtener el valor real de digestibilidad de un alimento únicamente las heces de origen exógeno o del alimento (Hal) son tomadas en consideración (Dv):

$$Dv = (I-Hal)/I = [I - (H - Hal)]/I = Ab/I$$

El tiempo de retención es el tiempo entre el comienzo de la digestión y el instante de absorción efectiva del alimento. El tiempo de retención es más corto (y por tanto más difícil de medir) que el tiempo de transito el cual ocurre entre el tiempo de ingestión y el tiempo en que se producen las heces. (Martínez , 2012)

4.7-Sistemas de producción

4.7.1-Sistema extensivo

El sistema extensivo de camarón es ampliamente utilizado, debido a que el proceso de cultivo no requiere de controlar los factores que intervienen en el crecimiento del camarón. En este sistema quedan incluidas todas las formas de encierro de juveniles, manteniendo los organismos hasta llegar a la talla comercial). Los rendimientos obtenidos en este sistema dependen básicamente de la productividad natural y prácticamente no se aplican técnicas de manejo durante el proceso productivo.

Las postlarvas o juveniles provienen del medio ambiente, cuando sube la marea se abren las compuertas de los estanques y cuando se estabiliza la marea es colocada una malla, quedando atrapados los organismos; la densidad de siembra es igual o menor a 2 organismos/m².

La producción por cosecha es de 50 a 500 kg/ha Los costos de producción son de aproximadamente \$1.00 a \$3.00 dólares por kg de camarón. Las granjas que utilizan este sistema tienen muy poco impacto en el ambiente Sin embargo, la estanquería

utiliza grandes áreas para el cultivo, lo que en ocasiones ha afectado las zonas costeras, bahías y esteros. (Cortez, 1998)

4.7.2-Sistema Semi-intensivo

Aquí se establece un control parcial de las variables que inciden en el proceso productivo, orientado a incrementar la productividad natural de los estanques mediante el uso de alimentos balanceados y/o la participación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos.

Con este sistema de cultivo se pueden producir de 500 a 5 000 kg/ha/año a un costo aproximado de \$3.00 a \$6.00 dólares por kg de camarón. Las granjas que aplican este sistema de cultivo ocasionalmente causan problemas en el medio ambiente por sus descargas de agua residuales con niveles excesivos de materia orgánica. (Cortez, 1998)

4.7.2-Sistema Intensivo

Generalmente la infraestructura se construye en espacios reducidos, con un flujo elevado de agua y tasas de siembra superiores a los 20 org/m². En este sistema existe un control de la calidad de agua y alimentación, factores que contribuyen al crecimiento del camarón y son ciclos de desarrollo completos desde la producción de huevo hasta adultos de talla comercial.

Estos sistemas de cultivo se desarrollaron y utilizan a escala experimental y comercial en países como Japón, Taiwán y Estados Unidos, y se obtiene una producción anual de 5 000 a 20 000 kg/ha a un costo que puede variar de \$5.00 a \$8.00 dólares por kg de camarón. (Cortez, 1998)

4.7.3-Cultivo Hiper-intensivo

Referente a la infraestructura los estanques son pequeños determinantes al área de sedimentación, se usa aireación por medio de aireadores mecánicos de paleta en muchos casos, se utiliza cubierta en los fondos, infraestructuras de laboratorio y excelentes los sistemas de llenado y drenado.

El manejo de la producción y el soporte técnico son determinantes y se aplica el manejo completo del suelo (excepto roturación), agua y flora microbiana. Los rendimientos están entre 6 803,8 - 11 339,8 kg/ha (15 000 - 25 000 lb/ha). (Cortez, 1998)

4.8-Calidad de Agua y Factores físicos-químicos

Según Herrera, 2009 calidad de agua en acuicultura puede definirse como la conveniencia del agua para el desarrollo de un cultivo. En un sentido más amplio, la calidad del agua incluye todos los factores 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. O sea, que los cultivos pueden manipularse, así como las variables ambientales y químicas, en función de la producción a obtener; impidiendo su limitación por medio de procesos físicos o químicos como la aireación, el encalado o el recambio de agua. Es decir, que la manipulación en el manejo, es la mejor herramienta en una producción semi-intensiva en camarones y peces y significa una importante limitante de no efectuarse correctamente.

Una mantención inadecuada de la calidad de agua o el deterioro de la misma, puede traer consecuencias negativas para el cultivo como la reducción de las tasas de crecimiento de un organismo, el aumento de la susceptibilidad a enfermedades, la interrupción de la maduración sexual o inclusive la muerte de los organismos cultivados.

4.8.1-Oxígeno disuelto

La concentración de oxígeno disuelto en agua se expresa en mg/L. El oxígeno disuelto es el gas más abundante en el agua después del nitrógeno, pero es a la vez indispensable. Cuando el oxígeno disuelto se encuentra muy bajo los organismos se estresan y pueden morir. (Zapata, 1997)

Los camarones respiran el oxígeno molecular (O²) disuelto en el agua. La concentración de oxígeno en solución en el agua de un estanque puede ser considerada como el factor variable más importante en la camaronicultura. De muchas maneras, el nivel de oxígeno en solución es el mejor indicador del estado general del cultivo acuícola. Es importante saber la cantidad de oxígeno en solución en el agua del cultivo y entender los múltiples factores y sus interacciones que determinan e influyen en esta concentración. (Meyer, 2004)

En el agua del estanque existen niveles críticos de oxígeno disuelto y están relacionados directamente con el estado de salubridad del camarón; y por lo tanto el buen manejo del oxígeno disuelto evitará el retraso en el crecimiento de la especie cultivada (en este caso camarones *Litopenaeidos*) y/o pérdidas por mortalidad. Según Herrera, 2012 el rango óptimo para el cultivo de camarones es de 3-8 mg/L.

Tabla 2. Niveles críticos de oxígeno disuelto para el cultivo de camarón

Nivel critico	Consecuencia
0 - 1.0 mg/L	Letal
1 - 1.5 mg/L	Letal con exposición prolongada
1. - .0 mg/L	<ul style="list-style-type: none">➤ Pobre conversión del alimento➤ crecimiento lento➤ disminución de resistencia a enfermedades si la exposición es continúa.

Fuente: Ramos, 2001.

4.8.2-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. (Herrera, 2012)

El camarón es un organismo poiquilotermo, es decir, la temperatura del medio acuático influye de modo directo sobre su temperatura corporal incidiendo así en su metabolismo y en la velocidad de los procesos enzimáticos para la digestión de los alimentos.

La temperatura tiene un efecto muy grande sobre los procesos químicos y biológicos. En general, cuando la temperatura sube de 10°C provoca una elevación de 2 a 3 veces de los procesos químicos y biológicos, así el camarón va a consumir 2 a 3 veces más de oxígeno a 35°C., entonces, la necesidad en oxígeno disuelto del camarón y de los demás organismos aeróbicos del estanque es mucho más crítica en agua caliente, que en agua más fría. La separación del volumen de agua en dos capas se llama Estratificación Térmica; la capa caliente superior lleva el nombre de Epilimnio y la capa fría inferior Hipolimnio, la fina separación donde la temperatura cambia rápidamente, entre el Epilimnio y el Hipolimnio, se llama Termoclina. El rango óptimo de temperatura en cultivo de Camarones es entre 28 a 33 °C. (Martínez, 2013)

Según Zapata, 1997 *Litopenaeus vannamei* tiene un rango óptimo de 28 a 30 °C, pero 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.

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

4.8.3-Salinidad

La salinidad es la concentración total de los iones disueltos. La salinidad depende básicamente de siete iones, cuyo valor promedio de concentración en el agua de mar es: Sodio, 10,500 mg/L; Magnesio, 1,450 mg/L; Calcio, 400 mg/L; Potasio, 370 mg/L; Cloruro, 19,000 mg/L; Sulfato, 2,700 mg/L; Bicarbonato, 142 mg/L. La salinidad promedio del agua de mar es 34.5 partes por mil (ppm). (Martínez, 2009).

La salinidad se refiere a la concentración total de todos los iones (sales) disueltos en el agua. El valor óptimo para obtener los mejores resultados es de 15 a 25 partes por millón (ppm), sin embargo el camarón es un animal eurihalino es decir soporta cambios amplios de salinidad desde 0 a 50 ‰.

Aunque el *Litopenaeus vannamei* y *Litopenaeus monodon* y otras especies pueden ser cultivados exitosamente en estanques costeros con salinidad entre 1 y 40 ppm, se produce mejor con una salinidad superior a 5 ppm y la mayoría de granjeros la prefieren entre 20 y 25 ppm, la salinidad está claramente relacionado al nivel de lluvia.

Los organismos que soportan amplias fluctuaciones de salinidad se conocen como eurihalinos, sin embargo, el intervalo de crecimiento óptimo es de un promedio de 15 a 25 ppm. Por otro lado, si el camarón puede vivir en agua con salinidades muy diferentes, él no puede soportar un cambio muy brusco de salinidad dentro del rango de 0 a 70 ppm. Las sales disueltas en el agua ejercen una presión osmótica sobre

los organismos vivos, una presión osmótica elevada puede provocar fenómenos de difusión a través de las paredes celulares a nivel de las branquias, lo que puede ocasionar la muerte de esas células. (Martínez, 2012).

4.8.3.1-Factores que tienen influencia en la salinidad:

1. La salinidad está influenciada por la cantidad de lluvias que caen en las diferentes épocas del año y la evaporación, por lo que el mantenimiento de una salinidad adecuada va a depender básicamente de la efectividad del recambio diario de agua de fondo en los estanques durante la estación seca y recambios diarios de agua superficiales durante la estación lluviosa.

2. En los meses secos, son muy frecuentes las altas salinidades, lo cual puede incidir en un lento crecimiento de los camarones, si con los recambios no se mantienen las salinidades adecuadas, otra alternativa es el aumento del mismo hasta en un 40% de agua por bombeo, utilizando si es necesario las dos mareas (día y noche), con la finalidad de mantener la salinidad en valores óptimos.

3. Durante la estación lluviosa al presentarse varios días de lluvias intensas, se recomienda hacer recambios de aguas superficiales, ya que una baja drástica en la salinidad, puede provocar afloramientos de algas, sobre todo del tipo cianófitas, las cuales son nocivas para el camarón. La alta concentración de fitoplancton a su vez provoca un autosombreo que no deja pasar adecuada cantidad de luz solar, disminuyendo la actividad fotosintética, en las aguas inferiores de los estanques.

4. Las grandes cantidades de algas puede llevar a un bajo nivel de oxígeno disuelto en las horas de la madrugada, cuando la actividad fotosintética se mantienen nula, en estos casos se recomienda suspender la alimentación y renovar la mayor cantidad de agua, con el fin de restablecer los niveles de Oxígeno, mejorando la lectura del disco de Secchi, lo cual indica que el problema por exceso de algas ha sido superado. (Santamaría and García, 1991).

4.8.4-pH

Es la medida de la acidez o basicidad del agua. Su escala varia de 1 a 14 siendo el numero 7 el punto neutro. Está relacionado con el ambiente físico y biológico del estanque, un aumento considerable en el pH puede provocar un desequilibrio en los niveles de amoniaco y sulfuro de hidrógeno lo cual puede afectar las branquias de los camarones.

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

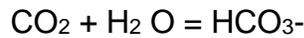
El pH indica cuán ácida o básica es el agua. De una manera más práctica, el agua con un pH de 7 no se considera ni ácida ni básica sino neutra. Cuando el pH es inferior a 7 el agua es ácida, y cuando el pH es superior a 7 el agua es básica. La escala de pH es de 0 a 14, mientras más lejano sea el pH de 7 el agua es más ácida o más básicas, con un pH de 6.5 a 9, en aguas sin productividad primaria (Fitoplancton), es decir aguas claras, los camarones pueden sobrevivir. (Martínez, 1998).

El pH desempeña un papel fundamental en la disponibilidad de nutrientes como el fósforo que es importante para el fitoplancton. Aun pH de 6.5, el fósforo se encuentra en solución, libre y ampliamente disponible para ser fijado por las microalgas y otras plantas acuáticas. Otros nutrientes como hierro, cobre, manganeso, zinc, se torna solubles a pH con valores intermedios. (Herrera, 2012).

El pH del agua del estanque depende de la concentración en O₂ y de los demás elementos ácidos. La fotosíntesis con un consumo de CO₂ conduce a un aumento del pH y la producción de CO₂ con la respiración conduce a una baja del pH. Agua con pH de 7,5 hasta 8.5 es considerada como buena para el cultivo de camarones. Si el pH es inferior a 5 todo el tiempo, generalmente el agua contiene ácido

Los estanques de agua salobre generalmente tienen un pH de 7 u 8 por la mañana, pero en la tarde generalmente suben a 8 ó 9. La fluctuación diaria del pH en los

estanques resulta de los cambios en la fotosíntesis del fitoplancton y otras plantas acuáticas. El dióxido de carbono es ácido tal como se muestra en la siguiente ecuación:



El valor normal para el camarón fluctúan entre los 7.5 y 8.5, es recomendable en el pH del agua no presente grandes variaciones ya que esto aumenta la susceptibilidad del estanque a enfermedades (Herrera, 2012). Cuando hay presencia de niveles bajos de pH puede estresar al camarón, causando un reblandecimiento del caparazón, baja sobrevivencia y crecimiento lento.

Si la concentración de dióxido de carbono crece, la de iones de hidrógeno aumenta y el pH disminuye y, al contrario, si disminuye la concentración de dióxido de carbono, la de iones de hidrógeno cae y el pH aumenta. Durante el día el fitoplancton consume dióxido de carbono y el pH del agua aumenta. Por la noche, el fitoplancton no utiliza el dióxido de carbono, pero todos los organismos del estanque sueltan dióxido de carbono durante la respiración y a medida que se acumula el dióxido de carbono el pH baja. (Herrera, 2012)

La fluctuación diaria no siempre es tan grande como se muestra, pero cuando el fitoplancton es abundante puede existir una gran fluctuación en el pH. A diferencia de los estanques con menor alcalinidad total, los estanques con alcalinidad total alta o moderada generalmente presentan un pH alto durante la mañana. Cuando abunda el fitoplancton, el pH aumenta durante el mediodía más en estanques con baja alcalinidad, que en los de mayor alcalinidad, por el efecto de amortiguación aportado por la alcalinidad alta. (Martínez E, 2009).

Cuando el pH del agua es muy bajo, se puede aplicar cal en el estanque para mejorarlo. Por fortuna un pH bajo es más común que uno alto, ya que no hay procedimientos confiables para reducirlo. Usualmente las bajas en el crecimiento, reproducción, o sobrevivencia que resultan de la baja acidez en los estanques no provienen de un pH bajo, sino de los efectos de la baja alcalinidad y de los lodos ácidos sobre la producción de plancton y organismos bénticos. (Martínez E, 2009)

Tabla 3. Niveles críticos de pH en el camarón.

Efecto	Ph
Punto de acides total	4
No reproducción	4-5
Crecimiento lento	4-6
Mejor crecimiento	6-9
Crecimiento lento	9-11
Punto letal de alcalinidad	11

Fuente: Herrera, 2012

Los valores de pH se deben a:

1. Los iones más temidos en el cultivo son el amonio no ionizado (NH_3) y el ácido sulfhídrico (H_2S)
2. Para mudar el camarón tiene que bajar el pH de su cuerpo para lograr disolver las sales pegadas a su caparazón y así puedan ser reabsorbidas por el nuevo caparazón. Si el pH es alto el camarón no puede mudar.
3. Los iones de Carbono a diferente pH tienen diferentes efectos en el camarón:
4. Los iones de amonio se presentan de dos formas dependiendo del pH. Así tendremos NH_4 (amonio ionizado) a pH bajo sin causar toxicidad en el agua, mientras que a pH alto (más de 8.5) se presenta en su forma toxica el NH_3 (amonio no ionizado).
5. Por último el H_2S en pH debajo de 7.2 se transforma en H_2SO_4 (ácido sulfúrico) por eso el pH debe mantenerse encima de 7.5 para evitar la toxicidad acídica durante la muda del camarón.

Tabla 4. Efectos del carbono a distintos pH

pH	Ion Predominante	Efecto
7.5 - 8.3	HCO_3	Amortiguador
8.4 - 9.9	CO_3	Bloquea proceso de muda
10 a más	$(\text{OH})^-$	Mortalidad

Fuente: Herrera, 2012

4.9-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)

Estudios recientes realizados por Ebeling et al., 2006 demostraron que en sistemas semi intensivos e intensivos de cultivo de camarón los microorganismos pueden contribuir para a mantener la calidad del agua por otro lado Wasielesky et al., 2006 dicen que la productividad natural en este tipo de sistemas puede sustentar una porción significativa del crecimiento de los camarones cultivados.

No es necesario demostrar la importancia de la alimentación natural en el estanque sobre los camarones. En acuicultura especialmente en los sistemas extensivo y semi intensivo se aprovecha mucho la productividad natural para bajar el costo de producción relacionado con el alimento artificial. Una parte del alimento natural en la aclimatación del camarón depende de la cantidad de la producción natural y de la biomasa en camarón. Sabemos que con biomasa bajas tal como las que encontramos en el sistema extensivo no se necesita alimento artificial para mantener el crecimiento de los camarones; el alimento natural es suficiente en cantidad y en calidad. La biomasa máxima que puede ser obtenida depende de la disponibilidad en alimento, también en producción semiintensiva e intensiva la cantidad del alimento natural es rápidamente insuficiente para asegurar solo el crecimiento de los animales.

En el sistema semiintensivo el alimento natural interviene como único alimento al inicio de la cría cuando la biomasa en el camarón es todavía baja y como

complemento (aporte de vitaminas, ácidos grasos y amino ácidos esenciales etc.), cuando llegamos a biomasa más altas.

Una economía muy importante puede realizarse en la cría del camarón si sabemos aprovechar al máximo la productividad natural. Además de que el alimento natural permite bajar el costo de producción disminuyendo el consumo de alimento artificial por su calidad nutritiva mejora la supervivencia y el crecimiento de los animales. (Herrera, 2012)

Los organismos zooplanctónicos son probablemente los que se han utilizado en mayor medida en la acuicultura como fuente de alimento natural para muy diversas especies, principalmente de peces y de crustáceos. La mayoría de las especies que se cultivan en el mundo son zooplanctófagas en sus primeras etapas de vida, aun cuando sus hábitos alimenticios en etapas adultas puedan cambiar. El zooplancton como alimento natural es comúnmente utilizado en las primeras etapas de desarrollo larvario y la maternización, algunas veces durante la pre-engorda y muy raramente en los primeros días de la engorda.

La investigación científica moderna ha demostrado la importancia de estos microorganismos como una vía alternativa de la cadena alimentaria. Las bacterias heterotróficas 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 "MicrobialLoop" o alza microbiana.

Los microorganismos libres en la columna de agua pueden ser aprovechados por los organismos cultivados como fuente de alimento, de manera muy limitada. La mejor forma de aprovecharlos es cuando están adheridos a superficies fijas o flotantes, incluyendo el fondo y las paredes de las tinas o estanques. (Burford et al., 2004)

4.10-Alimentación artificial

Según Achupallas, 1995. (Citado por Hernández, 2010) 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. Normalmente se ingieren por vía digestiva. El alimento está relacionado con la dieta (todo lo que un organismo come durante 24 horas). El alimento está destinado a suministrar estructuras químicas para desarrollar las funciones y mantener la salud.

El complemento de este conocimiento es explicar en qué o como asimila el camarón el alimento balanceado. 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.

4.10.1-Proteínas

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

Tabla 5. Requerimientos de proteínas del camarón.

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

Fuente: (López, 1999)

Los porcentajes de proteína recomendados para diferentes especies de camarones varían entre 20 y 60% de acuerdo a la especie. (Gonzales, 2003).

4.10.2-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)

4.10.3-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%, niveles superiores al 10% se han relacionado con un detrimento en el crecimiento y un incremento en la mortalidad. (Gonzales, 2003)

4.10.4-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)

4.10.5-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.

El calcio y el fósforo se deben monitorear la relación entre estos elementos, debe estar entre 1:1 a 1,5:1. El calcio no debe exceder 2,8% en el alimento y de fosforo disponible debe ser 0,9%, el magnesio 0,2%, Sodio y potasio 0,6% y 0,9%, sal 0,2%. (López, 1999)

4.10.6-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)

La nutrición del camarón es un asunto complejo porque sus requerimientos cambian a lo largo de sus ciclos de vida, por lo que las fórmulas deben ser específicas para cada ciclo. Más aún, los alimentos naturales suplementan a los manufacturados y los granjeros deben manejar los estanques como un ecosistema. (Guevara, 2003)

4.10.7-Características físicas del alimento

De acuerdo con Sánchez, 2000 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:

4.10.7.1-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.

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

4.10.7.2-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).

4.10.7.3-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.

Por otro lado un tamaño de partículas desigual en el alimento, es también un indicador de una mala molienda.

4.10.7.4-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. Pellets muy pequeños por unidad de peso corporales incrementa el esfuerzo de localizar múltiples pellets y no es energía/eficiente.

4.10.7.5-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.

4.10.8-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 atractivo y no debe de usarse.

4.11-Tabla de alimentación

Las tablas de alimentación se han publicado para calcular la cantidad de alimento a aplicar en los estanques. Son guías que igualan la ración diaria de alimentación a un porcentaje de la biomasa de camarón en el estanque. La base para el desarrollo de estas guías de alimentación es relativamente simple: un camarón juvenil de crecimiento rápido generalmente consumirá más alimento por unidad de peso corporal que uno más grande, sub adulto que crece lentamente.

Las tablas de alimentación son solamente guías. Las estimaciones diarias no pueden ser un estricto resultado de un cálculo matemático (a pesar que algunos camarones lo piensan así) ya que existen muchos factores que intervienen en directa o indirectamente en el crecimiento del camarón. (Gonzales, 2003)

Tabla 6. Modelo de tabla de alimentación

Peso del camarón (gr.)	Tasa de alimentación (% peso corporal)	Supervivencia (%)
1	10.0	95.0
2	6.0	93.8
3	4.5	92.6
4	3.5	91.4
5	3.0	90.2
6	2.5	89.0
7	2.3	87.8
8	2.0	86.6
9	2.0	85.4
10	2.0	84.2
11	1.8	83.0
12	1.8	81.8
13	1.8	80.6
14	1.8	79.4
15	1.7	78.2
16	1.7	77.0
17	1.7	75.8
18	1.5	74.6
19	1.5	73.4
20	1.5	72.2
21	1.3	71.0
22	1.3	69.8

Fuente: (Anónimo 1, 1998)

4.12-Flóculos

En las últimas décadas dentro del sector acuícola, se han diseñado una serie de sistemas de producción para el cultivo de diversos organismos acuáticos, orientados a disminuir la utilización del agua y del espacio, aumentando considerablemente la densidad de cultivo. Un ejemplo interesante de este tipo de sistemas, es el denominado biofloc, el cual consiste en el desarrollo de flóculos microbianos formados a partir de una alta relación carbono:nitrógeno en el agua, con poco o nulo recambio y alta oxigenación (Avnimelech, 2007 y Emerenciano et al. 2013).

Un floculo es un grumo de materia orgánica formado por agregación de algas y bacterias en suspensión.

El floculo ideal debe presentar una forma más o menos esférica “redondos”, si su morfología difiere mucho de la globular, se denominan “irregulares”. Su tamaño debe ser mediano (entre 150nm y 500nm de diámetro), su estructura debe ser

“compacta”. Su consistencia debe ser “firme” (la cohesión entre las células bacterianas genera una micro estructura compacta y densa). (Avnimelech, 2007)

Por otra parte, asociados a estos flóculos se han observado microalgas, zooplancton, coloides, polímeros orgánicos, cationes y células muertas que son consumidas por las especies cultivadas como fuente de proteína, por lo que los costos de alimentación se reducen en más del 25% (Avnimelech, 2007 y Ekasari et al., 2010).

4.12.1-Uso de los flóculos

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

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

Según Lujan, 2011 los sistemas de bioflocs, también conocida como “flóculos”, incluyen el co-cultivo de bacterias heterotróficas y algas. El sistema se basa en el conocimiento de los sistemas de tratamiento de aguas servidas y su aplicación en ambiente acuícolas. Según Jorand et al., 1995 los flóculos microbianos consisten de una mezcla heterogénea de microorganismos (formadores de flóculos y bacterias

filamentosas), partículas, coloides, polímeros orgánicos, cationes y células muertas. Pueden alcanzar más de 1000 um en tamaño.

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

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

4.12.2-Factores que afectan los procesos de los bioflocs

Según Avnimelech, 2007 los factores que afectan los procesos de los bioflocs son:

a. La producción de los bioflocs dependen de la provisión de sustrato orgánico a la comunidad microbiana, proveniente de fuentes externas (alimentos proveídos, actividad algal) o por la excreción de los componentes del alimento no utilizado por el pez. En adición, la producción del bioflocs depende en la calidad del sustrato proveído, su tasa C7N, la bio-disponibilidad y otros factores.

b. La asimilación de los bioflocs por los peces depende mayormente de la especie y sus características de alimentación, el tamaño del pez, el tamaño y la densidad del floc.

c. La biodegradación del floc depende en la comunidad microbiana asociada con el bioflocs, si son bacterias, protozoos y otros.

d. Finalmente, todos estos procesos pueden ser afectados por el ambiente y las condiciones operativas como la temperatura, salinidad del agua, tasa de recambio del agua, intensidad de mezcla, entre otros.

La aplicación de los bioflocs en los sistemas de acuicultura aun no es muy extendida, a la fecha se han realizado múltiples investigaciones que permiten avizorar un gran potencial del uso de los flóculos en los sistemas acuícolas para el tratamiento de las descargas como para la alimentación.

4.12.3-Bioflocs en cultivo de camarón marino

Martínez et al., 2009 cita que es posible la maternización y recría de camarones pendidos a muy altas densidades (hasta 6000/m²), utilizando biopelículas y flóculos bacterianos como fuente primordial de alimentación, con un significativo ahorro de alimento artificial y mejora sustancial de la calidad del agua de descarga.

Por su parte, Kuhn et al., 2009 informa sobre el uso de los bioflocs (cultivados con efluentes del cultivo de tilapia) como ingrediente de la alimentación para *Litopenaeus vannamei*, determinando que estos sistemas pueden reemplazar la proteína de la harina de pescado y de soya. El determinó que el floc microbiano incrementa significativamente el crecimiento de juveniles de camarones.

La tecnología de los bioflocs permite a los acuicultores mejorar sus estándares ambientales y la conversión de alimentos; no obstante, aún se requiere de mayor investigación para optimizar los procesos y su aplicación en los sistemas acuícolas.

4.12.4-Formas de caracterizar los flóculos

En relación a técnicas para la caracterización de los microorganismos en sistemas Biofloc, Monroy-Dosta et al., 2013, señalan 3 métodos: microscopia, epifluorescencia y cromatografía de gases. La técnica más utilizada es la visual mediante microscopia, la cual permite determinar los principales grupos de microorganismos

en los flóculos. La identificación de los componentes microbianos vinculados a los flóculos se reporta, sobre todo a nivel de grupo, sin llegar a género debido principalmente a la falta de precisión en la identificación. (Emerenciano et al., 2013)

4.13-Buenas Prácticas de Producción Acuícola (BPPA)

Las BPPA requiere de: Capacitación, Trabajo en Equipo, Organización, Disciplina, Constancia, Recursos Económicos, Registro de las Medidas Aplicadas.

Según Herrera, 2012 las pautas para alcanzar las BPPA son:

1.- Controlar los patógenos: es conocer los patógenos, para ello se requiere información actualizada de las enfermedades infecciosas presentes en el país, sus características sus signos, técnicas de detección, diagnóstico, mecanismo de introducción y dispersión, estrategias para evitar la intromisión al sistema, métodos de control.

2.- Capacitación a los tres niveles de la organización productiva: gerencia, responsable de granjas y operarios. Tiene gran importancia, puesto que se ha comprobado que las medidas de bioseguridad no funcionan si no se capacitan al personal.

3.- Aplicación de procedimientos estándar, protocolos y registros es de fundamental, ya que los objetivos de las medidas de seguridad es la **NO** entrada del patógeno al sistema y del bienestar de los camarones. Desgraciadamente en Nicaragua no existe la cultura de dichos registros, siendo uno de los primeros pasos para que las medidas de bioseguridad funcionen.

4.-Analizar las vías de intromisión del patógeno es un primer paso para aplicar medidas de bioseguridad en una granja. Esto dará la información necesaria para saber las medidas de exclusión y prevención a aplicar. Las posibles vías de entrada

de patógeno a una granja son varias y cada una de ellas debe de tener una o más barreras para evitarlas y minimizarlas.

5.- Obtención de reproductores y postlarvas libres de enfermedades necesarias para la producción saludable. Es necesario un programa de certificación y verificación de reproductores

6.- Aplicar buenas prácticas y medidas de bioseguridad en laboratorios reconocidos por autoridades correspondientes, que tengan estandarizadas, validadas y homologadas las técnicas de detección y que exista un protocolo único referente al muestreo de organismos para certificación, tanto de reproductores como de postlarvas para determinar presencia o ausencia de patógenos específicos. Es muy útil seguir la guía técnica “Manejo de la salud y mantenimiento de la bioseguridad en laboratorios productores de larvas de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en América Latina.

7.- Utilizar alimento adecuado y libre de patógenos es que no haya entrada de patógenos a través del alimento y evitar condiciones de estrés causadas por su mala calidad (deficiencia en nutrientes, mal procesamiento y mal almacenamiento) o por la mala práctica de alimentación (exceso o deficiencia, mala distribución, mal manejo, etc.). Desgraciadamente, algunos camaronicultores adquieren el alimento de la empresa que les ofrece crédito y no de aquella que le ofrece la calidad adecuada.

8.- Uso adecuado de productos químicos fertilizantes, desinfectantes, antibióticos y farmacéuticos sin un control estricto de la preparación, dosificación, almacenamiento y evaluación de los resultados, ha sido otra de las prácticas que se han vuelto comunes entre los productores de camarón. Una regla de oro en este punto es que los agentes químicos solamente se deben utilizar mediante un diagnóstico adecuado de la situación y siempre bajo protocolos previamente establecidos.

9.- Las prácticas de higiene sin un control estricto de la preparación, dosificación, almacenamiento y evaluación de los resultados, ha sido otra de las prácticas que se han vuelto comunes entre los productores de camarón. Una regla de oro en este punto es que los agentes químicos solamente se deben utilizar mediante un diagnóstico adecuado de la situación y siempre bajo protocolos previamente establecidos.

10.- El propósito del control de efluentes contaminados es minimizar la cantidad de nutrientes, sólidos suspendidos y patógenos importantes que se pudieran descargar por los desechos que las granjas depositan en los sistemas naturales de bahías, esteros o mar abierto. Las granjas arrojan diariamente cantidades variables de nutrientes y diversos químicos al sistema de nutrientes y diversos químicos al sistema receptor del efluente. Paradójicamente, la actividad depende de manera esencial de la calidad del agua para un cultivo exitoso, haciendo vital para la actividad el minimizar el impacto de la camaronicultura en el medio ambiente.

11.- Poner en prácticas programas de vigilancia, monitoreo y cuarentena permitirá dar un seguimiento del estado de salud de los camarones, establecer estrategias de control y evitar dispersión de patógenos. El manejo de la salud de los camarones es un punto crítico, siendo necesario contar con un técnico capacitado en buenas prácticas de producción y medidas de bioseguridad, que esté actualizado en enfermedades.

4.14-Estudios biológicos

4.14.1-Crecimiento y desarrollo

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

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

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

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

El crecimiento en estos artrópodos se vincula directamente al proceso de muda, ya que durante el ciclo de vida hay una sucesión de mudas (o ecdisis) separadas por intermudas, que son más frecuentes en las primeras etapas de la vida del animal y

disminuyen o están totalmente ausentes en los adultos. En cada muda el viejo exoesqueleto es eliminado y tiene lugar un súbito incremento de tamaño como resultado de la absorción de agua, que ocurre antes de que el nuevo tegumento se endurezca por incorporación de sales de calcio que se concentran en la hemolinfa, y en algunas especies en los gastrolitos, glándulas digestivas u otros depósitos, durante el período de muda. Luego de ello, las dimensiones del animal permanecen aproximadamente constantes hasta la próxima muda. (Martínez, 2012)

4.14.2-Monitoreo de Crecimiento y Población

Los muestreos de crecimiento y población deberán realizarse con dos objetivos fundamentales. Uno para determinar el peso promedio de la población y densidad y el segundo es de estar en contacto directo con los camarones y hacer una evaluación objetiva de su condición, basada en la observación de los camarones. Los muestreos de peso pueden hacerse en cualquier día de una luna a otra solamente debe saberse de que una semana después de cada luna se incrementa la muda de los camarones en los estanques. Es por ello, que los muestreos de población solamente deben hacerse entre el día de la luna y 4 días después (lo que llamamos de la 4ta a la 7ma repunta). Después de este período los camarones tienen un comportamiento de agregarse, es decir, que se amontonan y andan agrupados en los estanques hasta la primera repunta. (Herrera y Martínez, 2009)

4.14.3-Crecimiento Acumulado

Uno de los parámetros más importantes en el estudio de la dinámica de las poblaciones de animales sometidos a explotación, es el crecimiento. En el caso particular de los crustáceos el crecimiento se observa como un proceso discontinuo que ocurre por saltos, debido a que el exoesqueleto o caparazón rígido que lo recubre no permite que el aumento en largo o peso se manifieste en forma continua. El crecimiento de los crustáceos se advierte, entonces, como un incremento de talla, peso y forma casi instantáneos y ocurre cuando se produce la muda, exuviación o ecdisis, que implica el abandono y degradación del viejo exoesqueleto y síntesis de

nuevos tejidos. Todo el mecanismo de muda está regido por un complejo sistema endocrino y la ecdisis no puede considerarse como un evento aislado, sino como una etapa más de un ciclo continuo de actividad metabólica, regulado por procesos hormonales. (Herrera y Martínez, 2009)

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

Es el incremento en el peso (aumento de masa) producto de una división celular (hiperplasia), incremento de tamaño de las células (hipertrofia) o incorporación de material externo (Martínez, 2012).

En estudios en camarón realizados por Martínez, 2009 se manifiesta que el muestreo de crecimiento se inició a partir de la cuarta semana de cultivo y se realizó los días viernes de cada semana con ayuda de una atarraya de 3 metros de diámetro donde se tomaron 20 individuos por cada pila sembrada. Los camarones capturados fueron pesados de forma individual con una balanza gramera y los resultados fueron anotados por separado en un formato de campo para procesar los datos y calcular el peso promedio y el incremento semanal.

4.14.4-Ritmo de Crecimiento

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

En la etapa de postlarva los ritmos de crecimiento de los camarones son menores de 1 gramo, sin embargo, el crecimiento proporcional al peso de su cuerpo es excepcional, hay días que crece hasta cinco veces su peso. (Martínez, 2012)

Según estudios realizados por Martínez, 2009 Para calcular el Ritmo de Crecimiento Semanal de peso se restó el promedio de peso de la semana actual menos el peso de la semana anterior.

De esta forma: $R.C = \text{Peso actual} - \text{Peso anterior}$.

4.14.5-Tasa de Crecimiento

Martínez y Lin, 1994 La tasa de crecimiento de una animal se puede decir que es la diferencia existente entre las tasas de catabolismo y anabolismo. De esta manera el crecimiento es el resultado neto de la acumulación y de la destrucción del material celular.

La tasa de crecimiento depende de:

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

De acuerdo con Martínez., 2012 la tasa de crecimiento de las postlarvas son altas comparadas con camarones que tienen más de 25 semanas en crecimiento, es decir que la curva de tasa de crecimiento baja con el tiempo. Esto es demostrado en términos sencillos diciendo que la velocidad con que crecen las postlarvas son mayores que las que crecen los juveniles y estos a su vez son mayores a las que crecen los pre adultos.

Se obtiene con la siguiente fórmula:

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

4.14.6-Sobrevivencia

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

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

La investigación de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura) desarrollada en Estados Unidos de Norteamérica se ha enfocado al crecimiento de camarón blanco del pacífico en sistemas de canales de flujo rápido súper-intensivos, ha logrado obtener tasas de supervivencia de 55–91%, con un peso promedio de entre 16 y 26 gr. En el caso de los cultivos de tipo híper-intensivo se esperan supervivencias estimadas entre 75 y 80%. (Martínez, 2012)

Para calcular la Supervivencia (Sv) se procederá a dividir el número de camarones que quedarán al final entre el número de camarones sembrados multiplicado por cien. (Martínez, 2009)

Expresados en forma matemática:

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

4.14.7-Rendimiento Productivo

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

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

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

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

Para ello, se necesita calcular la población final que resulta de multiplicar el número de individuos existentes en una libra de camarón por la cantidad de libras cosechas, biomasa final que es el número de individuos cosechados por el peso promedio, sobrevivencia final que es la cantidad de individuos cosechados por 100 entre la población inicial. (Martínez, 1996 y Martínez, 2009).

De acuerdo con los estudios realizados por Martínez, 2009 se obtuvo a una densidad de siembra de 15 ind/m² 2560 libras de camarón entero por hectárea aunque se obtuvo mejor rendimiento productivo a densidad de 30 ind/m² con 3520 libras pero la mejor calidad del producto fue obtenida a densidad de 15 ind/m². El efecto de la alta densidad es demostrada en este trabajo, a mayor densidad de siembra menor calidad del producto, pero se obtiene mayor cantidad de biomasa.

4.14.8-Factor de Conversión Alimenticia

El factor de conversión alimenticia se determina semanalmente, este consiste en la división del alimento acumulado por semana suministrado entre la biomasa acumulada en la pila esa semana.

De esta forma:

F.C.A = Alim. Acumulado semanal/ Biomasa semanal

Para ello, se lleva un control del alimento suministrado, la ganancia de la biomasa semanal, que se expresa como libras acumuladas por semana actual menos la biomasa acumulada de la semana anterior, determinado a partir del muestreo de crecimiento en peso y de la población (Martínez, 1998)

Factor de conversión Alimenticia (FCA) es la forma de evaluar la eficiencia de asimilación de los alimentos, su realización es importante porque nos permite la determinación de la digestibilidad de los nutrientes integrados en la formulación de cada alimento, el FCA es una medida del peso del camarón producido por Kg de alimento abastecido (Herrera, 2009).

Según Herrera, 1999 (citado por Martínez, 2009) el factor de conversión alimenticia es un indicador de la asimilación del alimento por parte de los camarones, un valor menor de 1.5 de FCA es recomendable puesto que se necesita más de una 1.5 libras de alimento para que el camarón incremente 1 lbs.

La comparación de la cantidad de alimento abastecido y el crecimiento del camarón permite que sea calculado la Tasa o Factor de Conversión Alimenticia (T.C.A o FCA). La T.C.A o FCA es una medida del peso del camarón producido por kg de alimento abastecido. (Herrera, 2012)

El F.C.A. varía dependiendo de la densidad de siembra, calidad del alimento y tamaño del camarón cosechado. También el F.C.A. puede ser influenciado por otras razones tales como:

a) Mortalidad repentina del camarón durante la fase de cultivo, sin poder recuperar biomasa posteriormente.

b) Subalimentación del camarón, quizás debido a densidades mayores de lo programado y/o competencia de alimento por otros organismos (caracoles, peces, jaibas); que generalmente se presenta cuando se alimenta una sola vez al día con escaso número de comederos viéndose reflejado en el crecimiento lento del camarón.

c) Aporte de alimento suplementario junto con el balanceado y/o gran producción de alimento primario en el estanque.

La T.C.A o F.C.A. varia durante el ciclo de producción y entre las poblaciones, pero es una guía muy buena y debería ser entre 0.6-1.0 en camarones de hasta 10 gramos de peso y entre 1.0 y 1.3 para tallas mayores. Idealmente la F.C.A. no debe ser mayor de 1.5. (Herrera, 2012)

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1-Localización

El experimento se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Investigaciones Marinas y Acuícolas (LIMA); año 2014, localizado en las coordenadas 496457mE y 1367324mN, comunidad de Las Peñitas. Esta se comunica con la ciudad de León por medio de una carretera pavimentada de 22 kilómetros y a 112 kilómetros de Managua la capital de Nicaragua.



Figura 3. Mapa satelital del Laboratorio de Investigaciones Marinas y Acuícolas (LIMA), Las Peñitas, León.

5.2-Flujo de agua del lugar donde se realizará el experimento

El agua que se utilizó en este experimento fue extraída del Océano Pacífico por medio de una toma de agua, la cual se encontraba en la parte oeste del laboratorio (LIMA), consistió en una tubería de 2 pulgadas y 110 metros de longitud la cual

presentaba en su extremo distal enterrado a 1 metro bajo la arena, una toma de agua consistente en un tubo con perforaciones en con una válvula de cheque y luego se continúa con la tubería hasta llegar a la bomba de agua.

La bomba de agua es de Marca STA-RITE, Modelo JHHG-53HL de 2 ½ HP, y enviaba el agua bombeada a un reservorio de concreto, de forma cuadrada y dividido en dos partes, cada uno de ellos contaba con una dimensión de 11.35 metros de largo y 4.8 metros de ancho teniendo la capacidad de contener 54 m³ de agua.

Desde el reservorio se impulsó el agua con una bomba sumergible (Marca= ModySump. De 1.3 HP) por medio de una tubería de PVC de dos pulgadas de diámetro hacia todo el sistema.

5.3-Diseño y dispositivo experimental

El experimento consistió de dos tratamientos (T1 Y T2) uno aplicando alimento comercial al 35% + floculo y otro solo con alimento comercial al 35%, en cada tratamiento se hicieron tres repeticiones (r1, r2 y r3). Para el cultivo de los camarones se construyó un dispositivo que contó con un reservorio de 300 Lts de capacidad seis recipientes con capacidad de 200 Lts, tubería PVC de 1 pulgada para trasladar el agua del reservorio hasta el (T1) y (T2), cada una de los recipientes mantuvo aeración continua que provenía del blower mediante una tubería PVC donde se conectó manguerillas de ¼ de pulgada de diámetro que terminaban en piedras difusoras.

Todas las tinas estaban conectadas a un sistema de agua abierto lo que permitió la circulación del agua constantemente. Cada tina fue alimentada de agua desde un tanque de fibra de vidrio de 300 Lts de capacidad que se ocupó como reservorio, el cual estaba interconectado por medio de una tubería PVC de 1" donde se conectaban 6 mangueras de forma perpendicular que conducían el agua a cada tina.

Para el experimento fue necesario aeración continua la cual se obtuvo directamente desde un soplador o blower (Marca= BALDOR Industrial Motors de 3 HP) mediante un dispersor de aire conectado a una tubería proveniente del blower y se anexaron manguerillas de ¼ pulgada de diámetro con piedras difusoras en el extremo posterior, para distribuir la inyección de aire en el agua que se encontraba en los recipientes experimentales. En cada tina se introdujeron 12 camarones en etapa de juvenil lo que corresponde a una densidad de 30 ind/m².

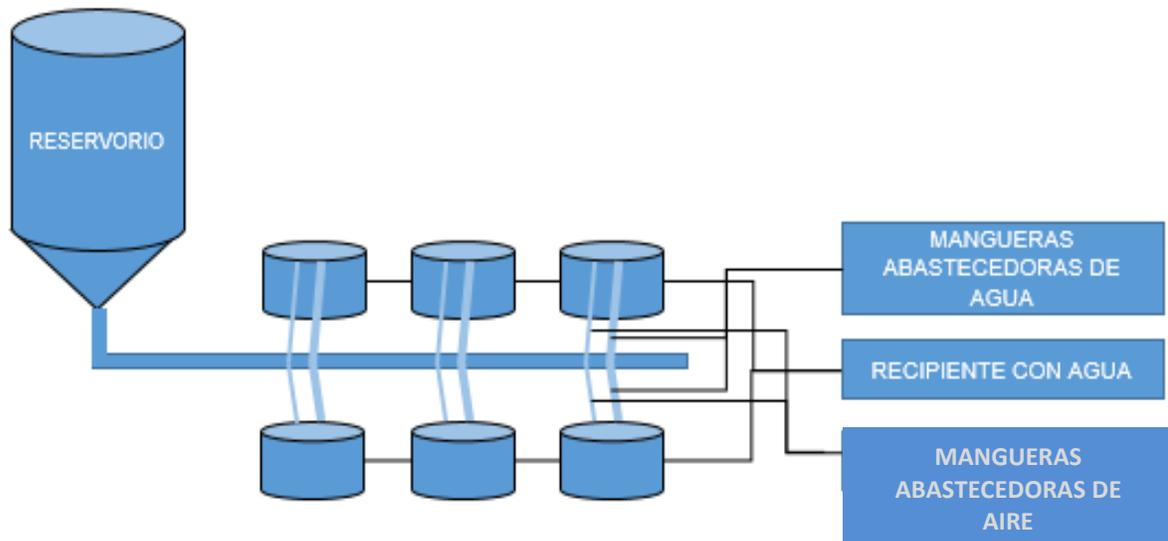


Figura 4. Diseño y dispositivo experimental

5.4-Proceso de producción de floculo

5.4.1-Colecta de muestra para el proceso del floculo.

Se colectó la muestra de algas silvestre con un trozo de esponja (1/2 litro de volumen) de pilas del Laboratorio Isla Santa Lucía (LISLU) principalmente en las paredes asegurándose que la coloración del agua fuera café marrón intenso ya que las algas que se pretendían coleccionar eran diatomeas.

5.4.2-Procesado de la muestra para la elaboración del flóulo.

Las muestras obtenidas fueron incubadas en aguas fertilizadas y aireadas en tres diferentes diluciones: 0.5lts, 5lts y 25lts. En el recipiente de 0.5lts se hicieron tres

repeticiones con el fin de garantizar un flujo continuo para abastecer el dispositivo experimental.

Luego las muestra se revisaron al microscopio para verificar si estas estaban libre de patógenos, protozoos, algas verdes (cianofitas), algas filamentosas y nematodos. Una vez obtenidas las muestras se procedió al cultivo en una botella de plástico transparente con 0.5lt de agua que contenía una fuente de nitrógeno para las algas los siguientes nutrientes (nitrato 7gr, fertilake 1.4 gr, melaza 5ml) y fuerte aireación. El agua contuvo una fuente de carbono azúcar que en este caso fue la melaza que ayudó al proceso de floculación y sirvió también como alimento para las bacterias. Después de dos días la muestra se pasó a un recipiente más grande 5lts en este caso sería una botella plástica transparente de galón que contenía agua fertilizada con aireación constante el tiempo de incubación fue de dos días. Luego se hizo una tercera inoculación del agua a un recipiente de 25lts conteniendo agua fertilizada y aireada el tiempo de cultivo fue igualmente de dos días que luego abasteció la demanda del floculo en la crianza de camarones. Una vez producido el floculo se aplicó. (Emerenciano et al., 2013)

En el recipiente con flóculo para los camarones fue necesario hacer un conteo con ayuda de una pipeta de 10ml, con la cantidad que se contó de grumos formados en los 10ml se observó si estos suplían lo requerido para el experimento.

5.5-Aclimatación y siembra

Las postlarvas de camarón provenían del laboratorio de FARALLONS, fueron transportadas en una camioneta en bolsas plásticas transparentes hasta el Laboratorio de Investigaciones Marinas y Acuícolas (LIMA), las bolsas fueron abiertas y se colocó el agua con las postlarvas en un recipiente plástico (tina de 200 lts) para medir el oxígeno disuelto, la temperatura y la salinidad; esto con el objetivo de contrastar con los factores ambientales propios de las aguas donde iban a ser sembradas.

Al momento de verificar dichos factores se tomó en un recipiente plástico (tina) agua de donde iban a ser sembradas y con ayuda de un recipiente plástico pequeño se agregaba poco a poco agua al recipiente donde estaban las postlarvas y se dejaba en reposo por 5 minutos verificando que la actividad de los organismos fuera normal; de esta manera se fue agregando toda el agua y dejando en reposo; luego se verificaron los factores físico-químicos de tal forma que estuvieran lo más cercano posible o igual al agua donde serían sembradas.

El experimento demandaba meramente organismos en etapa de juvenil por lo tanto fue necesario sembrar las postlarvas en pilas de concreto de 4.4 m² donde se mantuvieron con aeración y alimentación; además de ser monitoreadas constantemente sus factores físico-químicos, hasta alcanzar el peso deseado.

5.6-Régimen de alimentación de los camarones

Se construyó una tabla de alimentación la que indicó la cantidad de alimento que se aplicaba a cada tratamiento esta se fue modificando en función a las variaciones del crecimiento en ambos tratamientos luego se suministró el alimento 3 veces al día y se aplicó al voleo. La alimentación se realizó a las (7 a.m. 11 a.m. 4 p.m.)

5.7-Factores físicos-químicos

5.7.1-Oxígeno disuelto

Para tomar el oxígeno disuelto se utilizó un oxigenometro marca YSI-500, este aparato presenta dos sensores que percibe oxígeno disuelto y temperatura, este se calibraba ajustando la salinidad, la limpieza del electrodo se realizaba con agua dulce lavándolo antes de utilizarlo, para una medición más precisa. Posteriormente de la calibración se introducía el electrodo hasta unos 15cm dentro del agua de cada tina y se realizaban las mediciones dos veces al día a las 6 de la mañana y a las 6 de la tarde. Estos datos se anotaban en el formato correspondiente.

5.7.2-Temperatura

Para medir la Temperatura se utilizaba un oxigenometro marca YSI-500, para calibrarlo se introducía el electrodo en agua dulce y se introducía el valor de la salinidad que marcará el refractómetro luego se introducía el electrodo a una profundidad de 15 cm en la columna de agua de las tinas y se esperaba a que el aparato se detuviera en la medición para después tomar el valor marcado, las mediciones se empleaban dos veces al día a las 6 de la mañana y a las 6 de la tarde. Estos datos se anotaban en una bitácora.

5.7.3-Salinidad

Para medir la salinidad se utilizaba un refractómetro BIO-MARINE. INC, Aquafauna modelo: ABMT Salinity; en el cual primero se calibraba poniéndole un poco de agua dulce (0 S‰) en el lente (porta agua) y se ajustaba con un desarmador el tornillo calibrador de tal forma que llegue a cero posteriormente se procedió a tomar una muestra de agua con la mano de cada tina y se ponía algunas gotas de agua de cada tina en el porta agua y se procedía a visualizar la pantalla, este estaba graduado de uno a cien y lo que lo indica es una franja en blanco hasta donde llegue esa franja eso sería el valor. Las mediciones se efectuaron dos veces al día a las 6 de la mañana y a las 6 de la tarde. Estos valores se anotaban en la bitácora adjunta en anexos. (Martínez, 2009)

5.7.4-pH

El pH fue medido por medio de un pH-metro portátil marca pHep.By HANNA. H98108. El aparato consistía en su parte inferior una sonda la cual se encarga de tomar dicho factor tanto acidez como alcalinidad, antes de realizar la medición el instrumento se calibraba sumergiendo la sonda de pH en una solución buffer de pH 7 y debe permanecer en esta solución por algunos minutos para que se estabilizara, usando el tornillo de calibración, el aparato era calibrado manualmente; posteriormente se introducía la parte inferior del pH-metro, donde estaba contenida

la sonda, en la superficie del agua de cada tina plástica. Esto se midió dos veces al día (6 a.m. y 6 p.m.). Los datos se anotaban en la bitácora.

5.8-Parámetros Poblacionales

5.8.1-Crecimiento Acumulado

Este parámetro se determinaba después de la primera semana de siembra. Para la determinación del crecimiento en peso promedio se capturaban todos los camarones de cada tratamiento con la ayuda de un “chayo”, se colocaban en un recipiente plástico con agua y posteriormente se tomaba cada uno de los organismos y se pesaban individualmente en una balanza gramera al momento que se realizaba la medición se utilizaba una toalla para retirar el agua de modo que se obtenía únicamente el peso de cada organismo. El muestreo se realizaba cada cinco días. (Martínez, 2009)

Una vez pesados todos los organismos uno a uno de cada tratamiento, se sumaban los pesos de cada camarón y se dividieron entre la cantidad de camarones capturados.

$$Px = \text{sumatoria } (x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, \dots, x_n) / X_t$$

Donde:

Px: peso promedio

Xt: número total de organismos pesados

X1; peso de organismos individuales

5.8.2-Ritmo de Crecimiento

Este parámetro se calculaba a partir de los muestreos de crecimiento en donde se resta al peso actual el peso anterior

Para calcular el Ritmo de crecimiento se realizó de la siguiente manera:

$$R.C = W_f - W_i$$

Dónde:

RC: ritmo de crecimiento.

W_f: semana actual.

W_i: semana anterior.

5.8.3-Tasa de Crecimiento

Luego de obtener el peso promedio el cual será cada 5 días, la tasa de crecimiento se calculó empleando la siguiente fórmula:

$$T.C = \frac{\log W_f - \log W_i}{tiempo} \times 100$$

Dónde:

T.C = Tasa de Crecimiento

Log W_f = logaritmo natural de peso final

Log W_i = logaritmo natural de peso inicial

5.8.4-Sobrevivencia

Con los datos que se colectaban del muestreo de población se obtenía el tamaño de la población semanal. Luego a este valor se le sacaba el porcentaje asumiendo que la población inicial al 100 por ciento de sobrevivencia corresponde a los individuos sembrados. Expresado matemáticamente resultará:

$$Sv\% = \frac{N^{\circ} \text{de camarones vivos}}{N^{\circ} \text{de camarones sembrados}} \times 100$$

5.8.5-Rendimiento Productivo

Se obtenía por medio de la cantidad de individuos cosechados por el peso promedio alcanzado por la población, es decir, son los gramos cosechados o biomasa. Estos gramos serán expresados en lb/ha.

5.8.6-Factor de Conversión Alimenticia

Este dato se calculó semanalmente a partir de dividir el total de alimento acumulado semanal en kilogramos entre la biomasa semanal, es decir, se trataba de ver cuánto de alimento suministrado se convertirá en biomasa de camarones.

$$F.C.A = \frac{\textit{Alimento acumulado}}{\textit{biomasa semanal}}$$

5.9-Manejo de la información generada

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 ambientales 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 utilizando el mismo software donde se efectuó un análisis de varianza a cada variable de estudio.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

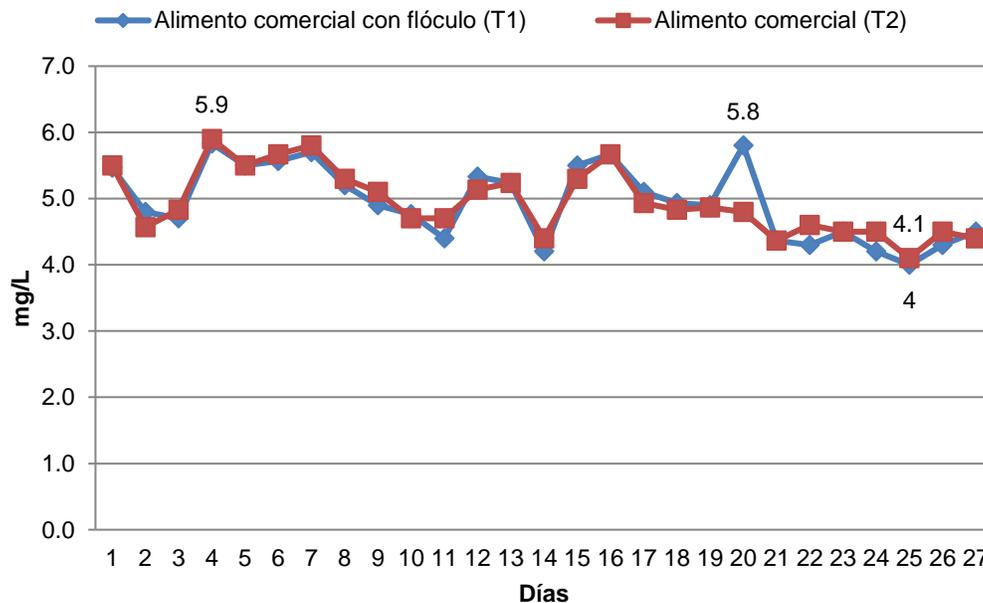
6.1-Factores físicos y químicos del agua.

6.1.1-Oxígeno Disuelto.

De los dos tratamientos estudiados en este trabajo, para el (T1) el registro de Oxígeno Disuelto varió entre 4 mg/L como valor mínimo el día 14 y 5.8 mg/L como valor máximo el día 20. Mientras que en el (T2) los valores fluctuaron entre 4.1 mg/L como valor mínimo correspondiente al día 21 y 5.9 mg/L como punto máximo el día 4. Ver gráfica No. 1.

Según Herrera, 2012 el Oxígeno Disuelto en el agua es la variable más crítica en el cultivo del camarón, los intervalos óptimos para su crecimiento deben mantener entre los 3.2 mg/L a 6.8 mg/L.

De acuerdo a los resultados de este trabajo y comparados con los reportados por el autor antes mencionado se determina que el Oxígeno Disuelto no afectó el crecimiento de los camarones en el experimento ya que sus concentraciones se mantuvieron en los intervalos óptimos.



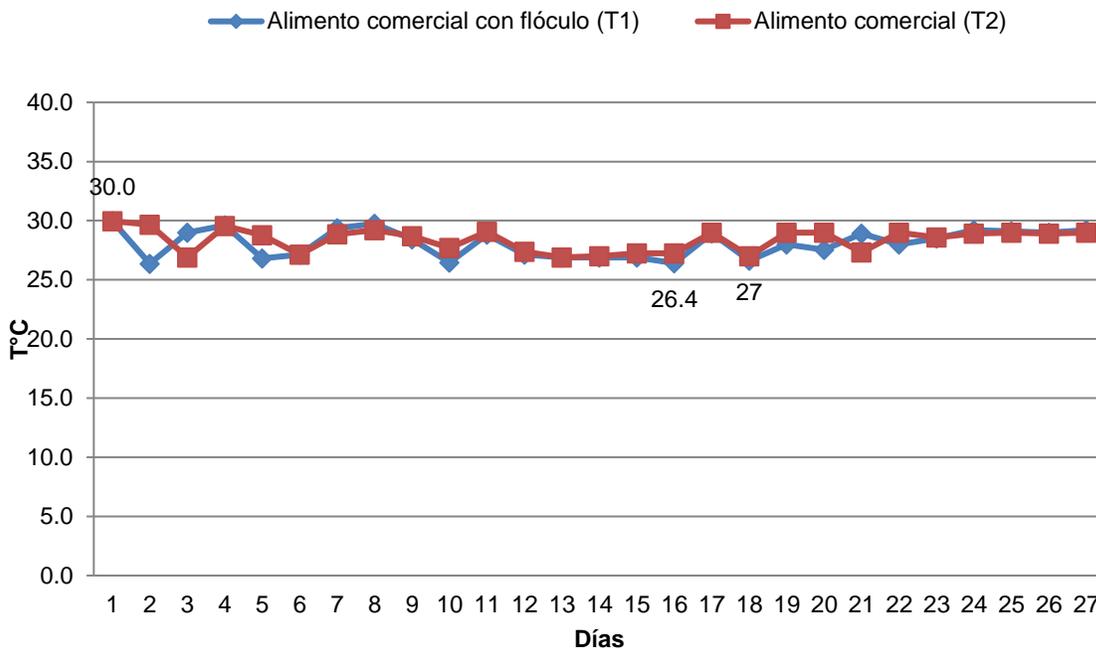
Gráfica No. 1. Comparación del Oxígeno Disuelto de las aguas donde se desarrollaron los camarones *Litopenaeus vannamei* creciendo en dos condiciones experimentales.

6.1.2 Temperatura del agua.

Para ambos tratamientos evaluados en este trabajo, en el T1 el registro de temperatura se obtuvo de 26.4°C como valor mínimo el día 16 y 30°C como valor máximo el día 1. En el caso del T2 los valores oscilaron entre 27°C (punto mínimo) correspondiente al día 18 y 30°C como punto máximo el día 1. Ver gráfica No. 2.

Según Martínez, (2013) La temperatura tiene un efecto muy grande sobre los procesos químicos y biológicos de los organismos, los intervalos óptimos para su crecimiento más rápido se deben mantener entre los 28 °C y 33 °C.

Conforme a los resultados obtenidos en este trabajo y comparados con los reportados por el autor antes mencionado se puede decir que la temperatura no afectó el crecimiento de los camarones en el experimento ya que estos se mantuvieron en los intervalos óptimos es importante señalar que el experimento se llevó a cabo a finales de invierno es por esto que se obtuvieron estos valores de temperatura.

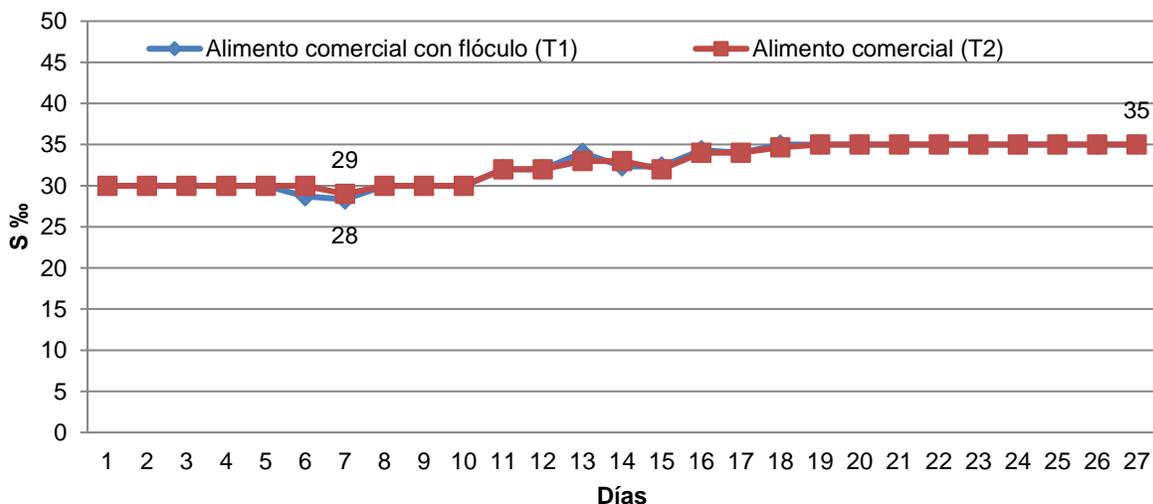


Gráfica No. 2. Comportamiento de la Temperatura de las aguas donde se desarrollaron los camarones *Litopenaeus vannamei* sometidos a dos condiciones experimentales.

De los dos tratamientos estudiados en este trabajo, para el T1 el registro de la salinidad varió entre 28 ‰ como valor mínimo el día 7 y 35 ‰ como valor máximo el día 27. Mientras que en el T2 los valores oscilaron entre 29 ‰ como punto mínimo correspondiente al día 7 y 35 ‰ como punto máximo el día 27. Ver gráfica No. 3.

Según Martínez, 2012 la salinidad, se refiere a la concentración total de todos los iones (sales) disueltos en el agua, los intervalos óptimos para su crecimiento más rápido se deben mantener entre los 15 ‰ y 25 ‰, Sin embargo el camarón es un animal eurihalino es decir soporta cambios amplios de salinidad desde 0 a 50 ‰, esta margen alto de tolerancia varía de acuerdo a la edad de los organismos, en postlarvas y juveniles tempranos soportan variaciones extremas de los estuarios, en adultos no tienen esta adaptación y soportan muy pocas variaciones ambientales, a esta edad viven entre 10 a 100 metros de profundidad.

De acuerdo a los resultados de este trabajo y comparados con los reportados por el autor antes mencionado se determina que la concentración de la salinidad no se manejó entre los intervalos óptimo para un crecimiento más rápido, sin embargo esto no afectó de manera drástica el crecimiento de los camarones en el experimento ya que estos soportan variaciones de salinidad.



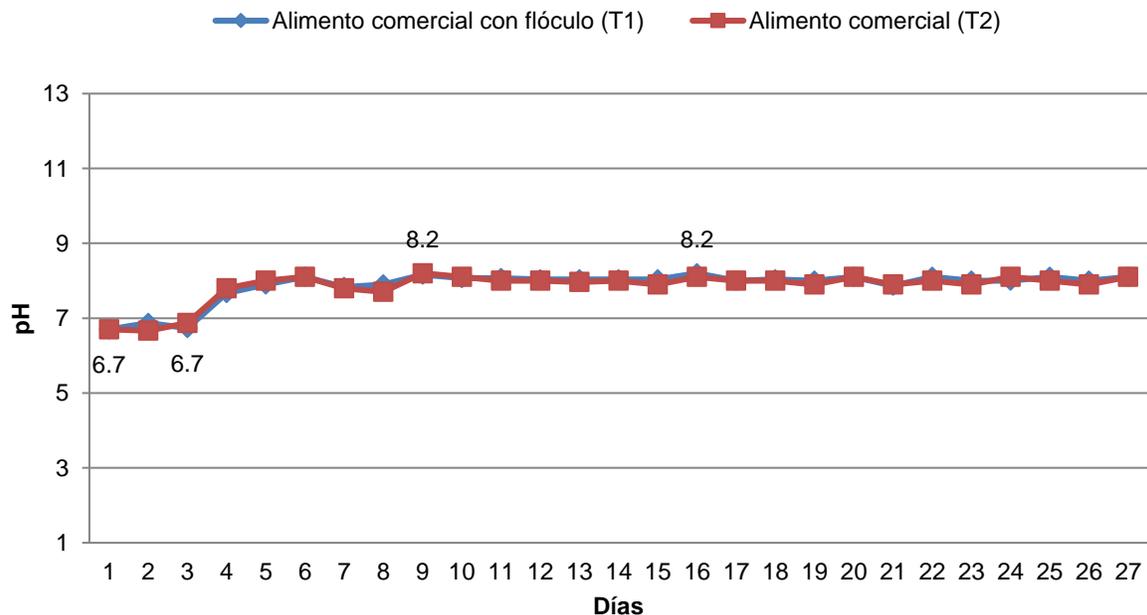
Gráfica No. 3. Dinámica de la Salinidad de las aguas donde se desarrollaron los camarones *Litopenaeus vannamei* creciendo en dos condiciones experimentales.

6.1.4-pH del agua.

En comparación de los tratamientos estudiados en este trabajo, para el T1 el registro del pH fue 6.7 como valor mínimo los días 1 y 3 y 8.2 como valor máximo los días 9 y 16 y 27. Mientras que en el T2 los valores fueron 6.7 como punto mínimo correspondiente a los días 1-2 y 8.2 como punto máximo el día 9. Ver grafica N°4.

Según Herrera, 2012 el intervalo para el camarón crezca normal fluctúan entre los pH 6.5 y 9, esto no causa laceraciones ni afectaciones fisiológicas en los camarones, es recomendable en el pH del agua no presente grandes variaciones durante el día ya que esto puede causar incremento en actividad de patógenos.

De acuerdo a los resultados de este trabajo y comparados con los reportados por el autor antes mencionado se concluye que el pH no afectó el crecimiento de los camarones en el experimento ya que los valores se encontraron en los valores óptimos, solo en los primeros días se obtuvieron pH más ácidos, pero esto no afectó el crecimiento de los camarones ya que estos soportan pH de 6.5.



Gráfica No. 4. Comportamiento del pH de las aguas donde se desarrollaron los camarones *Litopenaeus vannamei* tratados en dos condiciones experimentales.

6.2-Parámetros poblacionales

6.2.1-Crecimiento acumulado.

El tratamiento que presentó mayor peso acumulado promedio fue el de aplicación de flóculo con 5.35 gr, el tratamiento donde solo se aplicó alimento comercial obtuvo un peso promedio de 4.9 gramos. Ver gráfica No. 5.

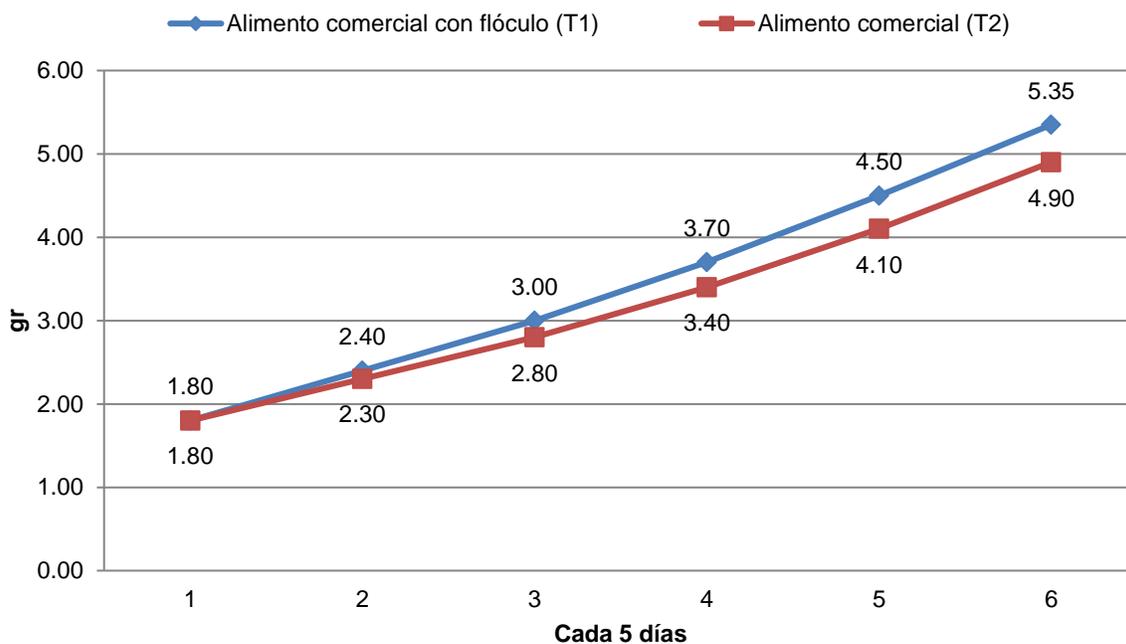
Según Martínez, 2012 los camarones tienden a crecer de manera diferenciada, en postlarvas pueden crecer hasta 2 gramos en 4 semanas, mientras que en Juveniles tempranos, que son los estudiados en este trabajo, se espera que crezcan al menos 3 gramos en 4 semanas. Luego se espera que el crecimiento sea superior a 1 gramo por semana.

El comportamiento del crecimiento de las postlarvas creciendo en las dos condiciones experimentales mostraron desde el inicio en el muestreo 2, diferencia numéricas cada vez mayor hasta alcanzar el muestreo 5, donde la diferencia no solamente fue numérica sino significativa ($P < 0.05$) debido a que estadístico t es mayor que el valor crítico de t (una cola) y el valor crítico de t (dos colas) por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa ya que el crecimiento fue diferente en ambos tratamientos.

Tabla 7. Análisis estadístico (Prueba t para medias de dos muestras emparejadas)

	T1	T2
Media	5.35	4.9
Varianza	0.140555556	0.053333333
Observaciones	10	10
Coefficiente de correlación de Pearson	0.821323204	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	9	
Estadístico t	6.260475093	
P(T<=t) una cola	7.38877E-05	
Valor crítico de t (una cola)	1.833112933	
P(T<=t) dos colas	0.000147775	
Valor crítico de t (dos colas)	2.262157163	

De acuerdo a los resultados de este trabajo y comparados con lo reportado por el autor antes mencionado se concluye que los camarones crecieron mejor alimentados con dieta comercial más flóculo que solamente alimento comercial.



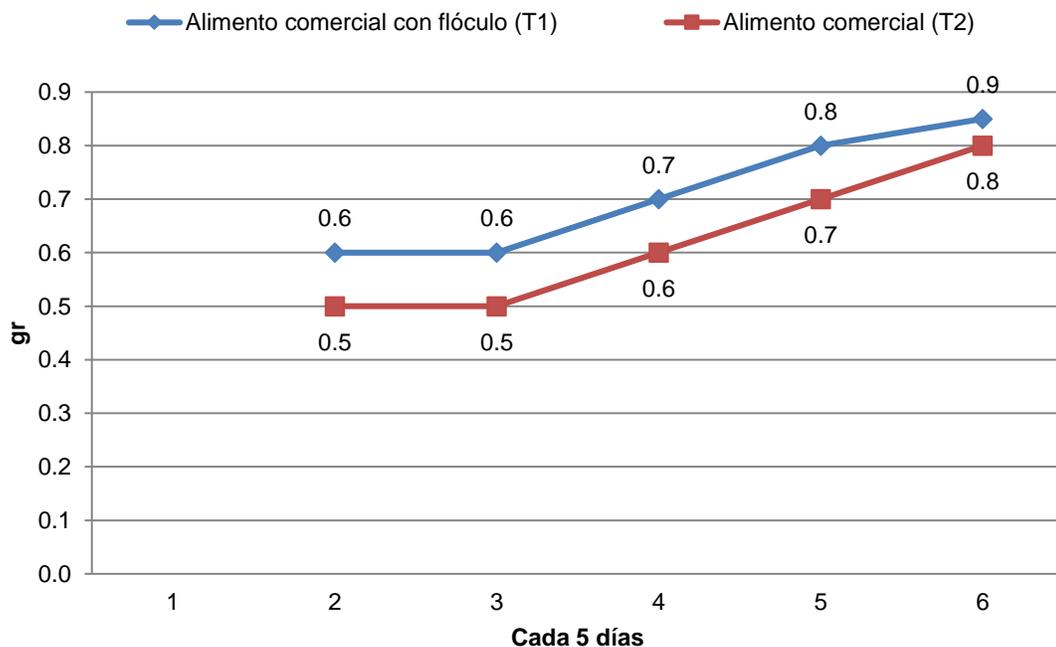
Gráfica No. 5. Comportamiento del crecimiento acumulado de los camarones *Litopenaeus vannamei* creciendo en dos condiciones experimentales.

6.2.2-Ritmo de crecimiento.

Los datos obtenidos de los muestreos cada 5 días, indican que los juveniles de camarón obtuvieron ritmos de crecimiento en promedio de 0.7 gr en el tratamiento donde se aplicó flóculo y 0.62 gr el tratamiento que sólo se aplicó alimento comercial. Teniendo como punto máximo 0.9 gr el tratamiento con flóculo y 0.8 al tratamiento sólo con alimento comercial. Ver gráfica No. 6.

Estudios realizados por Martínez, 2012 sobre crecimiento de camarones a 30 individuos/m² reportan que el ritmo de crecimiento de los organismos en promedio debe ser de 0.7 a 1.3 gr.

De acuerdo a los resultados de este trabajo y comparados con los reportados por la autor antes mencionado se concluye que el ritmo de crecimiento para el tratamiento con floculo (T1) es aceptable.



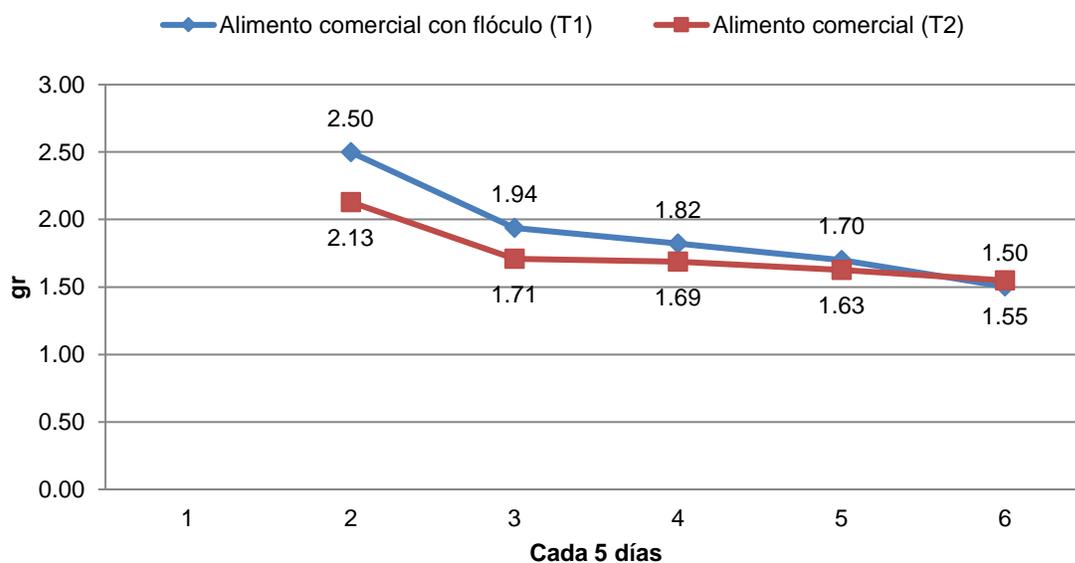
Gráfica No. 6. Dínámica del ritmo crecimiento de los camarones *Litopenaeus vannamei* creciendo en dos condiciones experimentales

6.2.3-Tasa de crecimiento.

Los datos obtenidos de la tasa de crecimiento muestran tendencia negativa, lo que nos demuestra que a menor edad, mayor es la velocidad del crecimiento, se observa que los organismos del tratamiento con flóculo tuvo una tasa de crecimiento de 1.55 gr y los organismos que solo se aplicó alimento obtuvo 1.50 gr Ver gráfica No. 7.

De acuerdo con Martínez, 2012 la tasa de crecimiento de las postlarvas son altas comparadas con camarones que tienen más de 25 semanas en crecimiento, es decir que la curva de tasa de crecimiento baja con el tiempo. Esto es demostrado en términos sencillos diciendo que la velocidad con que crecen las postlarvas son mayores que las que crecen los juveniles y estos a su vez son mayores a las que crecen los pre adultos.

De acuerdo a los resultados de este trabajo y comparados con los reportados por el autor antes mencionado se puede decir que la tasa de crecimiento para el tratamiento con floculo (T1) es aceptable ya que a medida que transcurre el tiempo esta va decayendo debido a que los camarones a mayor edad más lento crecen.



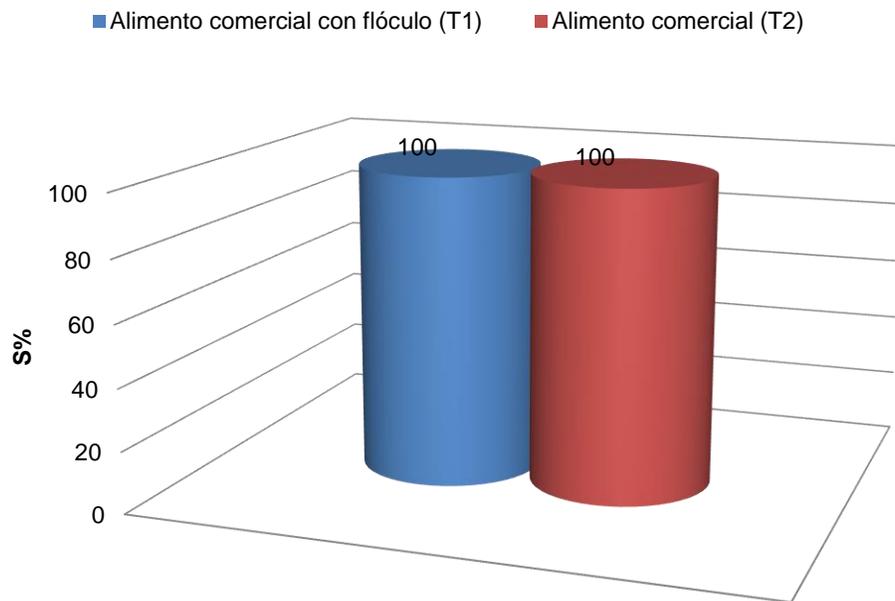
Gráfica No. 7. Comparación de la tasa de crecimiento en los camarones *Litopenaeus vannamei* creciendo en dos condiciones experimentales.

6.2.4-Sobrevivencia.

Los datos obtenidos de los muestreos cada 5 días, demuestran que la sobrevivencia fue de 100% para ambos tratamientos. Ver grafica No. 8.

Según Martínez, 2012, reportó a densidad de siembra de 30 individuos/m² durante 28 días de cultivo una sobrevivencia de 70%.

De acuerdo a los resultados de este trabajo y comparados con los reportados por el autor antes mencionado se concluye que la sobrevivencia es muy buena en ambos tratamientos ya que no se presentaron mortalidades.



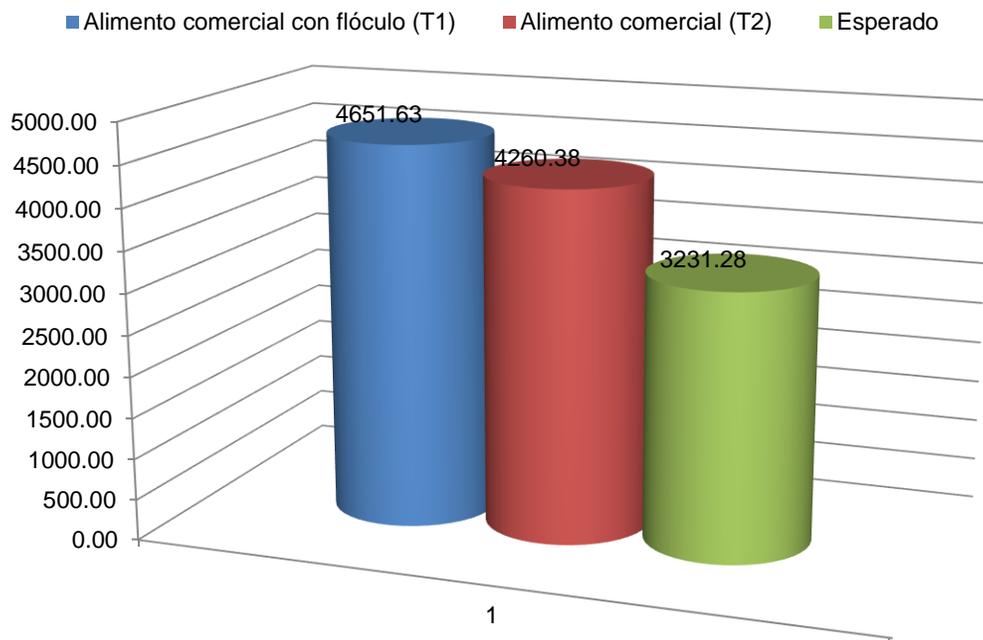
Gráfica No. 8. Comportamiento de la sobrevivencia en los camarones *Litopenaeus vannamei* creciendo en dos condiciones experimentales.

6.2.5-Rendimiento productivo.

El rendimiento productivo obtenido para el T1 fue de 4,651.63 lbs/ha y para el T2 fue de 4,260.38 lb/ha. Ver grafica No. 9.

Según Martínez, 2009 obtuvo en su estudio con un cultivo de 30 individuos/m² con peso promedio de 4.89 g un rendimiento productivo de 3231.28 lb/ha en un periodo de 28 días de cultivo.

De acuerdo a los resultados de este trabajo y comparados con los reportados por el autor antes mencionado se concluye que el rendimiento productivo es bueno para el (T1), tomando en cuenta que se obtuvo una sobrevivencia de 100%.



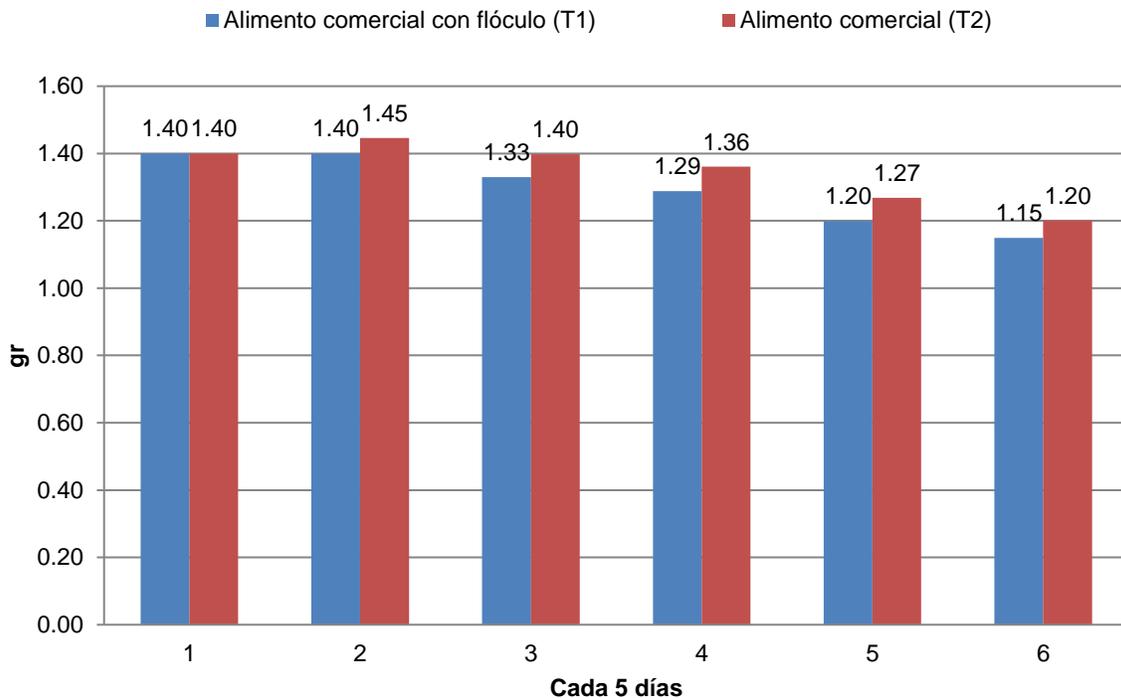
Grafica No. 9. Comportamiento del Rendimiento Productivo en los camarones *Litopenaeus vannamei* creciendo en dos condiciones experimentales.

6.2.6-Factor de Conversión Alimenticia (F.C.A).

El factor de conversión alimenticia al final del experimento fue de 1.1 para el tratamiento que se le aplicó alimento comercial más flóculo, para el tratamiento donde solo se aplicó alimento comercial fue de 1.2. Ver gráfica No.10.

Estudios realizados por Martínez, (2009), sobre el crecimiento de camarones a 30 individuos/m² en un periodo de 25 días, reportó un factor de conversión alimenticia de 1.2. Según Martínez, 2012 los camarones a menor edad el consumo de alimentos es mayor, que cuando son juveniles, los valores óptimos de FCA para *L. vannamei* son de 1.5 y 2.0 en un sistema de cultivo intensivo.

De acuerdo a los resultados de este trabajo y comparados con los reportados por los autores antes mencionados se concluye que el Factor de Conversión Alimenticia final es bueno para ambos tratamientos, con estos datos se demuestra que la aplicación de Flóculo reduce el consumo de alimento pelitizado.



Gráfica No. 10. Comportamiento del FCA de los camarones *Litopenaeus vannamei* creciendo en dos condiciones experimentales.

VII. CONCLUSIONES

Factores físico químico

- 1) Los niveles de oxígeno disuelto fluctuaron para el T1 entre 4.2 mg/L y 5.8 mg/L, mientras que en el T2 varió entre 4.4 mg/L y 5.9 mg/L; la temperatura osciló entre 26.4°C y 30°C en el T1, en el caso del T2 los valores se mantuvieron entre 27°C y 30°C; las salinidades para el T1 estuvieron entre 28 ‰ y 35 ‰, mientras que en el T2 los valores se manejaron entre 29 ‰ y 35 ‰; El pH varió para el T1 entre 6.7 y 8.2 y para el T2 los valores fueron de 6.7 a 8.2.

Parámetros poblacionales

- 2) El tratamiento que presentó mayor crecimiento acumulado fue el de aplicación de floculo (T1) con 5.35 gr y el tratamiento donde solo se aplicó alimento comercial (T2) obtuvo 4.9 gr; Los promedios de ritmo de crecimiento obtenidos de muestreos cada 5 días indican con respecto al T1 donde se aplicó floculo y alimento el ritmo de crecimiento fue de 0.7 gr y 0.62 gr en el tratamiento que sólo se aplicó alimento comercial; la tasa de crecimiento del tratamiento con flóculo fue de 1.55 gr y los organismos que solo se aplicó alimento obtuvo 1.50.
- 3) La sobrevivencia final de los datos obtenidos de muestreos cada 5 días, demuestran que la sobrevivencia fue de 100% para ambos tratamiento; el rendimiento productivo al final del ciclo para el tratamiento experimental con floculo fue de 4,651.63 lbs/ha y 4,260.38 lb/ha para el tratamiento que no se aplicó flóculo; el factor de conversión alimenticia en el tratamiento con flóculo fue de 1.15 y en el tratamiento donde no se aplicó floculo fue de 1.20

Al realizar los análisis estadísticos se obtuvieron diferencias significativas en el crecimiento de los dos tratamiento por lo tanto rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la alternativa que establece que el crecimientos de las los juveniles de camarón es diferente si se agrega flóculo a su dieta que solamente alimento comercial.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Que otros investigadores dedicados a fines acuícolas le den continuidad a los estudios realizado con más tiempo y en mejores condiciones y si es posible ampliar las variables.
2. En las granjas camaroneras que la dieta a suministrar a los camarones, aplicarlas en base a la tabla de alimentación para un mejor control en el alimento con el fin de tenerla como guía para aplicar eficientemente las raciones de alimento durante todo el ciclo productivo
3. Que los acuicultores, a la hora de hacer muestreo de población lo realicen a tempranas horas de la mañana, para de esta manera obtener datos más confiables. Realizar monitorios continuos a los camarones ya que esto nos brindara importante información con respecto a la asimilación del alimento, presencia de enfermedades y de esta forma tomar acciones necesarias que eviten o disminuyan esos problemas.
4. A otros investigadores hacer recambios de aguas adecuados para evacuar desperdicios de flóculos que al descomponerse genera bajones de oxígenos Disuelto y mala calidad del agua.
5. A otros investigadores que en condiciones de densidades altas, poca intensidad solar y además condiciones estresantes y se requiera de aireación constante es recomendable poner la aireación directamente en cada recipiente plástico con piedras difusoras sobre todo si se está trabajando en presencia de enfermedades para mejorar los niveles de oxígeno disuelto y de esta manera haya mayor crecimiento, sobrevivencia así como disminuir el estrés en lo camarones.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Anónimo 1. 1998. Métodos de Alimentación. Nicovita, Boletín. Volumen, 3. Ejemplar, 05., pp. 6. Artículo.
- Avnimelech Y. 2007. Feeding with microbial flocs by tilapia in minimal discharge bio-flocs technology ponds. *Aquaculture*, 264. Haifa, Israel., pp. 140–147. Artículo. Consultado: 05/06/2014. Disponible en: http://d.yimg.com/kq/groups/3003667/1387250227/name/flocs_tilapia+Mozambique_e.pdf
- Barreto A, 2011. Consumo de oxígeno como indicador del metabolismo intermediario de los camarones *Litopenaeus vannamei* alimentados con dos tipos de dietas comerciales. UNAN – LEON, León Nicaragua., pp. 32
- Boyd C. & Clay J. 2002. Evaluation of Belize Aquaculture Ltd. A super intensive shrimp aquaculture system. Report prepared under the World Bank, NACA, WWF and FAO Consortium Program on Shrimp Farming and the Environment. Published by the Consortium and obtainable through NACA, Bangkok, Thailand: 17.
- Burford M, Sellars M, Arnold S, Keys S, Crocos P, Preston N. 2004. Contribution of the natural biota associated with substrates to the nutritional requirements of the post-larval shrimp, *Penaeus esculentus* (Haswell), in high-density rearing systems. *Aquac Res.*, 35., pp. 508-515. Artículo. Consultado: 06/05/2014. Disponible en: http://www98.griffith.edu.au/dspace/bitstream/handle/10072/16722/34540_1.pdf?sequence=1
- Cárdenas H, 2004. Proyecto: unidad acuícola de producción de camarón blanco *Litopenaeus vannamei*. Ria Azucena 2da Edición. Sec. Municipio de Cárdenas, Tabasco. México., pp. 88. Artículo. Consultado: 01/06/2014 Disponible en: http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/tab/estudios/2004/27TA2004_PD018.pdf
- Cortez R, 1998. Frecuencia y distribución alimenticia en el cultivo intensivo de juveniles del camarón blanco *Litopenaeus vannamei*. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. La Paz, Bolivia., pp. 97. Artículo. Consultado: 01/06/2014. Disponible en: <http://www.repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/14996/cort%E9s1.pdf?sequence=1>

Cruz L, 2006. Digestión en camarón y su relación con formulación y fabricación de alimentos balanceados. Universidad autónoma de nuevo león. Facultad de Ciencias Biológicas. Programa Maricultura. Ciudad universitaria. San Nicolás de la Garza. Nuevo León., pp. 72. Artículo. Consultado: 11/06/2014. Disponible en:<https://www.google.com.ni/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=ria&uact=8&ved=0CCUQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.nutricionacuicola.uanl.mx%2Fnumeros%2F3%2F4.pdf&ei=UtmsU9GGE5StsQTa04CIAg&usg=AFQjCNFnHVBr9m7vqm9Q3YewLqDDVRnRiA>

De Schryver P, Crab T, Defoirdt N, Boon W. 2008. The basics of bio-flocs technology: The added value for aquaculture. *Aquaculture*, 277., pp. 125–137. Artículo. Consultado: 10/06/2014. Disponible en: <http://infolib.hua.edu.vn/Fulltext/ChuyenDe2009/CD303/8.pdf>

Ebeling J, Timmons M, Bisogni J. 2006. Engineering analysis of the stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic and heterotrophic removal of ammonia–nitrogen in aquaculture systems. *Aquaculture*, 257., pp. 346-358. Artículo. Consultado: 10/06/2014. Disponible en:https://www.google.com.ni/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=ria&uact=8&ved=0CB0QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.researchgate.net%2Fpublication%2F222912406_Engineering_analysis_of_the_stoichiometry_of_photoautotrophic_autotrophic_and_heterotrophic_removal_of_ammonianitrogen_in_aquaculture_systems%2Ffile%2F72e7e52dff9afe1088.pdf&ei=bTa6U-rAI9O_sQTDsIH0DA&usg=AFQjCNG10FrFUd443FXGrX5TUCee0hkygQ&bvm=bv.70138588,d.cWc

Emerenciano M, Cuzon G, Arevalo M & Gaxiola G. 2013. Biofloc technology in intensive broodstock farming of the pink shrimp *Farfantepenaeus duorarum*: spawning performance, biochemical composition and fatty acid profile of eggs. Yucatan, México. *Aquaculture.*, pp. 28. Artículo. Consultado: 03/06/2014. Disponible en: <http://cdn.intechopen.com/pdfs-wm/44409.pdf>

Ekasari J., Crab R. & Verstraete W. 2010. Primary Nutritional Content of Bio-flocs Cultured with Different Organic Carbon Sources and Salinity. *HAYATI Journal of Biosciences* 17(3)., pp. 125-130. Artículo. Consultado: 01/06/2014. Disponible en: <http://journal.ipb.ac.id/index.php/hayati/article/viewFile/1689/732>

Galindo J, Álvarez J, Fraga I, Reyes R, Jaime B & Fernández I. 1992. Requerimientos de lípidos en juveniles de camarón blanco *Penaeus schmitti*. *Rev. Cub. Invest. Pesq.*, 17(2)., pp 23-36. Artículo. Consultado: 06/06/2014. Disponible en: <http://www.oceandocs.org/bitstream/1834/4607/1/2010-053.pdf>

Guevara W. 2003. Formulación y Elaboración de Dietas para Peces y Crustáceos. Universidad Nacional Jorge Basadre Brohmann. Tacna, Perú., pp. 55. Artículo. Consultado: 03/06/2014. Disponible en: <http://www.unjbg.edu.pe/coin2/pdf/01040800303.pdf>

Gonzales E, 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. Artículo. Consultado: 03/06/2014. Disponible en: <http://intellectum.unisabana.edu.co:8080/jspui/bitstream/10818/5101/1/129991.pdf>

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

Herrera C, 2012. FACTORES FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL AGUA DE LOS ESTANQUES CAMARONEROS. Carrera de Ingeniería Acuícola, Facultad de Ciencias y Tecnología, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. León, Nicaragua., pp. 102.

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

Hernández K. 2010. Efecto de dos dietas comerciales de alimento (Zeigler, Aquaxel), sobre el crecimiento de camarones *Litopenaeus vannamei* en la etapa de postlarvas (PL12 a PL45) en condiciones experimentales. UNAN - LEON. León, Nicaragua., pp. 43.

Jorand F, Zartarian F, Thomas F, Block J, Bottero Y, Villemin G, Urbain V, Manem J. 1995. Chemical and structural (2d) linkage between bacteria within activated-sludge flocs. *Water Res.* 29 (7).,pp. 1639–1647. Artículo. Consultado: 10/06/2014. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/004313549400350G>

Kuhn D, Boardman G, Lawrence A, Marsh L, Flick G. 2009. Microbial floc meal as a replacement ingredient for fish meal and soybean protein in shrimp feed. *Aquaculture* 296., pp. 51-57. Artículo. Consultado: 04/06/2014. Disponible en: <http://www.apfa.com.au/wp-content/uploads/2010/03/Microbiofloc-as-feed.pdf>

López J. 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. Artículo. Consultado: 25-06-2014. Disponible en:

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

Lujan M. 2011. El uso de los bioflocs en acuicultura. Madrid, España. Aquahoy., pp. 3. Artículo. Consultado: 05/06/2014. Disponible en: http://www.aquahoy.com/index.php?option=com_content&view=article&id=12607:e-l-uso-de-los-bioflocs-en-acuicultura&catid=56&lang=en

Martínez E, Lin F. 1994. Manual para cultivo de camarones marinos del genero *Penaeus*. Autoridad Noriega para el desarrollo internacional (NORAD). UNAN-LEON.pag.24-34

Martínez E. 1996. Condiciones para el crecimiento del camarón blanco *Penaeus setiferus*; Modelo para el cultivo. Facultad de ciencias, Tlatelolco, México, D.F: 63.

Martínez E. 1998. Lethal low Dissolved Oxygen Concentrations for postlarvae and Early Juvenile *Penaeus Setiferus* at Different Salinities and Ph. UNAN-LEÓN, Nicaragua : 227,228. Consultado: 05/06/2014. Disponible en: <http://acuicolaunanleon.blogspot.com/p/articulos-no-publicados.html>

Martínez E. 2013. Crecimiento de postlarvas de camarón *Litopenaeus vannamei* en condiciones controladas, UNAN-LEÓN, León Nicaragua: 2,3 y 4.

Martínez E. 2009. Camaronicultura Mexicana y Mundial actividad sustentable o industria contaminante?. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* 25(3): 181, 196.

Martínez L., Martínez E, Cortés J. 2009. Camaronicultura Mexicana y Mundial: ¿Actividad sustentable o industria contaminante?Hermosillo, Sonora, México. *Revista Internacional de Contaminación ambiental* 25(3). pp. 181-196. Artículo consultado: 06/062014. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/370/37012012006.pdf>

Martínez L, Martínez P, López J, Campaña A, Miranda A, Ballester E, Porchas M. 2010. Alimento natural en acuicultura: una revisión actualizada. Universidad Autónoma de nuevo León. Monterey, Mexico., pp. 668-699. Artículo. Consultado: 30/05/2014. Disponible en: http://www.uanl.mx/utilerias/nutricion_acuicola/X/archivos/26-LuisMartinez.pdf

Martínez E. 2012. Crecimiento y Desarrollo. Carrera Ingeniería Acuícola Facultad de Ciencias y Tecnologías. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. León, Nicaragua., pp. 1-4.

Meyer D. 2004 Introducción Acuicultura, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras., pp. 31:34. Artículo: consultado: 28-06-2014, disponible en:http://pdacrsp.oregonstate.edu/pubs/featured_titles/Introduccion%20Acuacultura.pdf

Monroy-Dosta M, De Lara-Andrade R, Castro-Mejía J, Castro-Mejía G, Coelho-Emerenciano G. 2013. Composición y abundancia de comunidades microbianas asociadas al biofloc en un cultivo de tilapia. México D.F, México. Revista de Biología Marina y Oceanografía, 48., pp. 511-520. Artículo. Consultado: 11/06/2014. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-19572013000300009&script=sci_arttext

Ramos S. 2001. Oxígeno Disuelto en estanques de cultivo. Volumen 6. Edición 3 Ejemplar, 08., pp. 1-2. Artículo: Consultado: 08/06/2014. Disponible en:http://www.alicorp.com.pe/ohs_images/nicovita/boletines/calidad_de_agua/bole_0103_01.pdf

Santamaría L, García E. 1991. Parámetros importantes en la calidad de agua del cultivo de organismos acuáticos en estanques de agua salobre. Manual técnico. Dirección Nacional de Extensión Agropecuaria. Panamá., pp. 5-15. Artículo. Consultado: 11/06/2014. Disponible en: <http://www.uca.edu.ni/encuentro/images/stories/2012/pdf/46e/46e4a.pdf>

Saravia C. 2007. Informe final del ejercicio profesional supervisado (EPS) Realizado en la finca San José; S.A. Universidad de San Carlos Guatemala. Centro de estudios del mar y acuicultura (CEMA). Guatemala., pp. 123. Artículo. Consultado: 01-07-2014. Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/24/24_0141.pdf

Sánchez D. 2004. Variables que afectan la frecuencia de alimentación con alimento balanceado en el cultivo del camarón marino *Litopenaeus Vannamei*. Volumen 4. Ejemplar, 06., pp. 3. Artículo. Consultado: 28-06-2014. Disponible en:http://www.alicorp.com.pe/ohs_images/nicovita/boletines/2004/bole_0410_01.pdf

Sánchez D. 2001. Nutrición y manejo del alimento. Collegestation N. Texas, USA., pp. 26. Artículo: Consultado: 09/06/2014. Disponible en:<http://www.cesasin.com.mx/CentroAmerica/4%20Nutrici%C3%B3n.pdf>

Suarez C. 2008. Cuantificación y caracterización molecular molecular de bacterias de hemolinfa de camarones *Litopenaeus Vannamei* durante brotes del síndrome de

mancha blanca y evaluación de la sensibilidad a cinco productos antibacterianos. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de ciencias Carrera Microbiología industrial. Bogotá; D.C., pp. 223. Artículo. Consultado: 28-06-2014 disponible en:<http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis236.pdf>

Talavera V. 1998. Influencia de la temperatura en los camarones. Volumen 3. Edición 3. Ejemplar, 07., pp 1. Artículo: Consultado: 09/06/2014. Disponible en: http://www.alicorp.com.pe/ohs_images/nicovita/boletines/1998/bole_9809_02.pdf

Vega P. 2006. Informe Final de Práctica Profesional Supervisada Laboratorio de camarón blanco *Litopenaeus vannamei*. Universidad de San Carlos de Guatemala. Centro de Estudios del Mar y Acuicultura –CEMA. Finca El Rincón del Grupo Aqua. Santa Rosa, Guatemala., pp. 73. Artículo: Consultado: 25-06-2014 Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/24/24_0052.pdf

Wasieliesky W, Atwood H, Atokes A, Browdy C. 2006. Effect of natural production in a zero exchange suspended microbial floc based super-intensive culture system for white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture.*, 258., pp. 396-403. Artículo. Consultado: 10/06/2014. Disponible en: <http://bdtccs.furg.br:8080/bitstream/handle/1/4226/Effect%20of%20natural%20production%20in%20a%20zero%20exchange%20suspended%20microbial%20floc%20based%20superintensive%20culture%20system%20for%20white%20shrimp%20Litopenaeus%20vannamei.pdf?sequence=1>

Zapata L. 1997. Interrelaciones de la temperatura, oxígeno y amoníaco tóxico en el cultivo de camarón en tumbes. Volumen 2. Ejemplar, Edición 08., pp. 7. Artículo: consultado: 09/06/2014: disponible en: <http://www.repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/14996/cort%E9s1.pdf?sequence=1> temperatura y oxígeno influencia

X. ANEXOS

Tabla 8. Formato de campo para factores físicos químicos.

UNIVERSIDA NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARGUA									
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA									
CARRERA DE INGENIERIA ACUICOLA									
No.	FECHA	O.D		T °C		SALINIDAD		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.
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									

Tabla 9. Formato de cálculo para parámetros poblacionales.

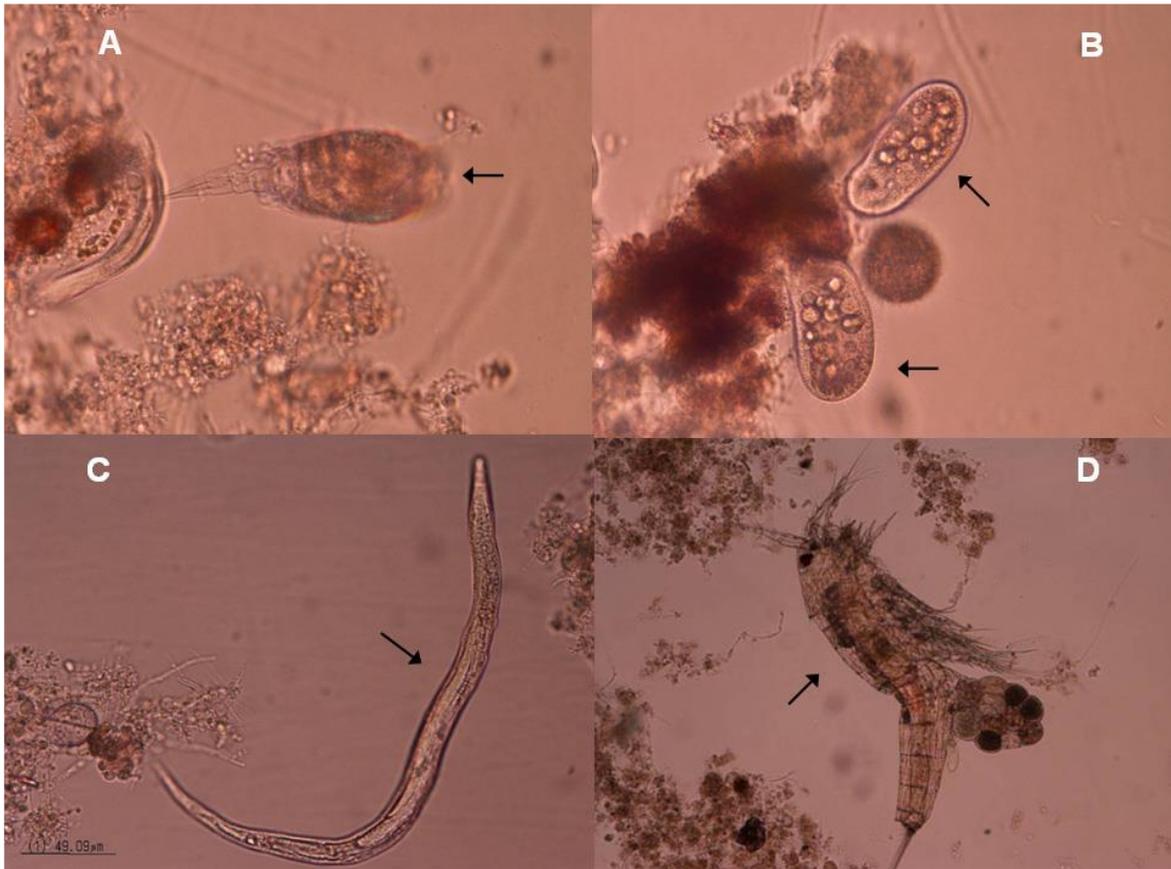
UNIVERSIDA NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARGUA							
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA							
CARRERA DE INGENIERIA ACUICOLA							
Fecha	Semana	Población	Crec. Acu	sobrevivencia	R.C	T.C	Biomasa

Tabla 10. Tabla de alimentación del tratamiento con flóculo.

Sem.	Poblac.	Sob.	C.A	Biom.	% p	Alim Día	A. Sem	A acum	F.C.A
1	45	100	1.80	81.0	20	16.20	113.40	113.40	1.40
2	45	100	2.40	108.0	5	5.40	37.80	151.20	1.40
3	45	100	3.00	135.0	3	4.05	28.35	179.55	1.33
4	45	100	3.70	166.5	3	5.00	34.97	214.52	1.29
5	45	100	4.50	202.5	2	4.05	28.35	242.87	1.20
6	45	100	5.35	240.8	2	4.82	33.71	276.57	1.15

Tabla 11. Tabla de alimentación del tratamiento sin flóculo.

Sem.	Poblac.	Sob.	C.A	Biom.	% p	Alim Día	A. Sem	A acum	F.C.A
1	45	100	1.80	81	20	16.2	113.4	113.4	1.40
2	45	100	2.30	103.5	5	5.175	36.225	149.625	1.45
3	45	100	2.80	126	3	3.78	26.46	176.085	1.40
4	45	100	3.40	153	3	4.59	32.13	208.215	1.36
5	45	100	4.10	184.5	2	3.69	25.83	234.045	1.27
6	45	100	4.90	220.5	2	4.41	30.87	264.915	1.20



(Emerenciano, 2013)

Figura 5. Floculo. (A) Protozoos ciliados (B) nematodos (C) copépodos (D) lente 10x



Figura 6. Dispositivo experimental.



Figura 7. Medición de O.D y temperatura



Figura 8. Medición de salinidad



Figura 9. Medición del pH



Figura 10. Medición del peso



Figura 11. Insumos para preparar el flóculo



Figura 12. Preparación del floculo (Melaza)



Figura 13. Preparación del floculo (Fertilizante)



Figura 13. Preparación del floculo (Colecta)



Figura 13. Preparación del floculo (Aireación)