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

Tesis previo para optar al título de Ingeniero Acuícola

Tema:
Crecimiento de camarones ***Litopenaeus vannamei*** en etapa de postlarvas cultivados en dos densidades de siembra 100 y 150 pls/m^2.

Autores: Br. Grethel América Palma Cadenas
Br. Kevin José Rostrán Benavidez

Tutor:
Dr. Evenor Martínez González.

León, Nicaragua
2012

Indicé

I. INTRODUCCIÓN 1
II. OBJETIVOS 9
2.1 GENERAL 9
2.2 ESPECÍFICOS 9
III. HIPÓTESIS 10
IV. LITERATURA REVISADA 11
4.1 Ciclo de vida 11
4.2 Clasificación taxonómica de Litopenaeus vannamei 11
4.3 Morfología del camarón 12
4.3.1 Diferentes hábitos alimenticios del camarón blanco en sus fases. 12
4.4 Sistemas de producción 13
4.4.1 Sistema extensivo: 13
4.4.2 Sistema semi-intensivo 14
4.4.3 Sistema intensivo: 14
4.5 Calidad de agua 15
4.6 Factores físico químicos 15
4.6.1 Oxígeno disuelto 15
4.6.2 Temperatura 18
4.6.3 pH 19
4.6.4 Salinidad 20
4.7 Principales enfermedades Virales. 21
4.8 Principales enfermedades bacterianas 22
4.9 Medidas de Bioseguridad en la prevención de enfermedades 23
4.10 Uso de bactericidas naturales en el camarón blanco del pacífico 23
4.11 Ciclo del nitrógeno 24
4.11.1 Efectos 24
4.12 Alimentación 25
4.12.1 Importancia del alimento 26
4.12.2 Tipos de alimento 26

4.12.3 Tabla de alimentación 27
4.12.4 Métodos de alimentación 27
4.12.5 Formas de aplicación del alimento 29
4.12.6 Control de Remanentes y Ajuste del Alimento 29
4.12.7 Factor de conversión alimenticio 29
4.13 Factores que afectan el crecimiento 30
4.14 Parámetros poblacionales 31
4.15 Muestreos biológicos 32
4.15.1 Crecimiento acumulado 32
4.15.2 Ritmo de crecimiento 32
4.15.3 Tasa de crecimiento 32
4.15.4 Sobrevivencia 34
4.15.5 Rendimiento productivo 34
4.15.6 Factor de conversión alimenticio 35
4.16 Buenas prácticas acuícolas 35
V. MATERIALES Y METODOS 38
5.1 Localización del área de estudio 38
5.2 Dispositivo experimental 38
5.3 Diseño del experimento 38
5.4 Alimentación 39
5.5 Factores Físicos Químicos 39
5.6 Parámetros poblacionales 40
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 42
6.1 Factores Físico Químicos 42
6.2 Parametros poblacionales. 46
VII. CONCLUSIONES 52
VIII. RECOMENDACIONES 53
IX. BIBLIOGRAFÍA 54
ANEXOS 58

Resumen

Este trabajo investigativo posee una gran importancia en el ámbito acuícola ya que este se efectuó con el fin de realizar una comparación de dos densidades de siembra para de esta forma demostrar cual será más benéfica para una posible inversión camaronícola.

La investigación tiene como objetivo general, comparar en un sistema híper intensivo a dos densidades de siembra 100 y 150pls/m^2 lo cual se realizó en dos pilas de concreto que miden 15/m^2, ubicados en el Laboratorio de Investigación Marinas Acuícolas (LIMA).

Se les instaló aireación, la recepción de la post larva se aclimató. En el proceso se tomó parámetros físico - químicos (OD, Temperatura, pH, Salinidad) dos veces al día, se aplicó alimento al voleo, y se realizaban muestreos poblacionales (peso y análisis externo) cada 5 días.

Los resultados fueron favorables, manteniéndose los parámetros físico - químicos en intervalos óptimos, exceptuando el pH ya que se observó variabilidad debido al aumento de metabolismo en los organismos, en los parámetros poblacionales el peso se mantuvo constante y en crecimiento siendo la pila de 100pls/m^2 la de más aumento es peso.

En conclusión este trabajo fue de resultado positivo ya que la pila de 100pls/m^2 fué la que presentó más incremento en su crecimiento.

DEDICATORIA

A Dios principalmente por darnos vida y sabiduría cada día.

Grethel:

A mi madre Doris Cadenas por ser mi principal pilar y apoyo.

A mi hermana Patsy Torres por estar a cada momento apoyándome.

Kevin:

A mis padres José Rostran y Martha Benavidez por brindarme su apoyo a lo largo de esta etapa de mi vida.

AGRADECIMIENTO

Grethel y Kevin:

A Dios por permitirnos guiarnos por el camino del bien, y permitirnos alcanzar cada una de nuestras metas propuestas.

A nuestros padres por su apoyo moral y económico.

Al Dr. Evenor Martínez y M.Sc. Claudia Herrera por su dedicación a lo largo de toda nuestra formación universitaria, por su apoyo incondicional en cada etapa de la realización de esta tesis.

A la Lic. Claudia Jovel por su apoyo incondicional en la elaboración de nuestra tesis.

A nuestros compañeros porque de alguna u otra manera fueron apoyo a lo largo de estos 5 años.

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de camarón representa una importante actividad económica para los países de América y Asia que se ubican entre los trópicos; de ella se obtiene aproximadamente 30% de la producción mundial, con un estimado de 700 000 toneladas métricas al año. (Anónimo,7)

El Occidente de Nicaragua es el centro de la producción acuícola del país. La topografía de la zona, su clima ideal, y su amplia experiencia y conocimiento han contribuido con el desarrollo exitoso del sector. A nivel territorial el 80% de esta actividad se concentra en el Estero Real, Departamento de Chinandega. No obstante, existe un alto potencial para el desarrollo acuícola a lo largo de las costas del Pacífico.

En Nicaragua, la camaronicultura ha ido incrementando a lo largo de los años, lo cual la ha colocado en uno de los generadores económicos más importante del país.

Hoy más que nunca y para evitar el riesgo de introducir la enfermedad de la mancha blanca (WSSV), la cual ya se encuentra diseminada en casi toda la costa del pacifico. Las circunstancias demandan que para que las empresas sean eficientes y sostenibles, se debe sembrar post-larvas de gran calidad y certificadas como libres de este virus mediante el método de PCR. (Anónimo 6)

La densidad de siembra ha sido siempre un aspecto relevante a tener en cuenta al momento de pensar en el crecimiento de los camarones. Recientemente los sistemas trifásicos y los que utilizan invernaderos demandan de altas densidades de siembra para justificar su inversión y garantizar su ganancia. Determinar a qué densidades se logra mejor desarrollo según nuestras condiciones es una información que los productores y técnicos podrán obtener de los resultados de este trabajo.

Una de las grandes decisiones de todo empresario camaronero es decidir cuánto camarón puede producir el sistema y luego examinar los métodos para que el nivel de producción sea rentable. Muchas veces se hacen sobre-siembras pensando que esto dará más rentabilidad. Para la siembra de camarón se debe tener en cuenta no solamente la capacidad de producción de los estanques individuales y de la granja sino también la capacidad de producción de toda el área. Es

recomendable favorecerse a largo plazo con una producción sostenida a sembrar densidades altas con beneficio a corto plazo y perdiéndolo también a corto plazo.

Los factores ambientales mismos que deben ser controlados, influyen con la alta calidad del agua como en condiciones de fondo de estanque. Los aspectos físico químicos (S‰, pH, T°C, OD) deben estar en las condiciones adecuadas para el crecimiento del camarón.

Con la realización de esta investigación se quiere comprobar en un sistema híper-intensivo cuál de los dos tipos de densidades en cuestión es más rentable, con respecto a su crecimiento, y que problemas presenta mediante el proceso experimental, en el cual se observara la calidad del cultivo del camarón en dependencia del manejo que se le brinda a los organismos durante el proceso de siembra.

Es por esto que con este trabajo se pretende brindar alternativas al productor ya que este posee una gran importancia en el ámbito acuícola de acuerdo a las altas densidades, ya que en Nicaragua la producción acuícola ha avanzado tecnológicamente en un sistema trifásico lo cual nosotros demostramos que a densidades bajas hay mayor producción y es más rentable en sistema híper intensivo.

II. OBJETIVOS

2.1 GENERAL

Comparar el crecimiento de camarones postlarvas *Litopenaeus vannamei* cultivados en dos densidades de siembra 100 y 150 pls/m^2

2.2 ESPECÍFICOS

1. Evaluar la influencia que tienen los factores físico químicos (Oxigeno Disuelto, Temperatura, pH, Salinidad) sobre el crecimiento de las postlarvas de camarón blanco del Pacífico *Litopenaeus vannamei*.

2. Comparar el efecto de dos densidades de siembra 100 y 150 pls/m^2 sobre el crecimiento de los camarones blancos del pacífico, expresados como Crecimiento Acumulado, Ritmos de Crecimiento y Tasa de Crecimiento.

3. Determinar en qué condición experimental de densidades de siembra (100 y 150 pls/m^2) se obtiene mejores Sobrevivencias de postlarvas de camarones, Rendimientos productivos y Factor de Conversión Alimenticio.

III. HIPÓTESIS

H_o: No existe diferencia alguna entre el crecimiento de las postlarvas en las dos densidades (100/plsm^2 y 150/plsm^2) en comparación.

H_i: Las postlarvas sembradas a menor densidad (100) crecieron más que las sembradas a 150/plsm^2

IV. LITERATURA REVISADA

Camarón Blanco del pacífico (*Litopenaeus vannamei)*

Es nativo de la costa del océano pacifico de América central y del Sur de México hasta Perú. Esta es una especie líder en los cultivos de camarón del hemisferio occidental representando más del 95% de producción. (Tizol., Et al 2004)

4.1 Ciclo de vida

Durante el ciclo de vida de los camarones del género *Litopenaeus*, habitan en ambientes marinos y estuarios. Las hembras reproductoras son más grandes que los machos maduros sexualmente. La reproducción de las especies consiste en el apareamiento de una hembra y un macho, adhiriéndose este último en la parte ventral del cefalotórax de la hembra liberando un parche que contiene el material espermático; horas después expulsa sus óvulos que al salir son fecundados.

Las larvas tienen una vida planctónica, esto significa que se encuentran suspendidas en una columna de agua, presentando movimientos en el sentido vertical. Mientras que las post- larvas en sus inicios son planctónicas o bentónicas, o sea, en algunos están suspendidas en el agua y otros depositados en el fondo, este último tipo de vida se va haciendo predominante conforme avanza su edad. (Rayo, 2009)

4.2 Clasificación taxonómica de Litopenaeus vannamei

Phylum	Artrópoda	
Clase	Crustácea	
Orden	Decápoda	
Sub Orden	Natantia	
Súper familia	Litopaoidae	
Familia	Litopenaeidae	
Genero	Litopenaeus	
Especie	vannamei	(Herrera, Martínez.2009)

4.3 Morfología del camarón

La cabeza y el tórax están fusionados para formar el cefalotórax también denominado pereion. El abdomen esta metamerizado y se llama también pleon. Los apéndices del cefalotórax se denominan periopodos y son patas combinadas (5 pares) y los apéndices del abdomen son patas nadadoras y se llaman pleópodos siendo también 5 pares. El cuerpo tiene 19 segmentos, 5 de la cabeza, 8 del tórax y 6 del abdomen, además cuentan con apéndices birrameos especializados en la cabeza que son las anténulas, antenas, mandíbulas y 2 pares de maxilas. Los ojos son pedunculados y compuestos. La cubierta quitinosa del cefalotórax posee una prolongación anterior en forma de serrucho que se denomina rostro que posee un número determinado de dientes según la especie de que se trate, número que permite entonces, la clasificación taxonómica. Este rostro sirve para proteger los ojos que están colocados inmediatamente por debajo del mismo. (Auro y Ocampo, 2006)

4.3.1 Diferentes hábitos alimenticios del camarón blanco en sus fases.

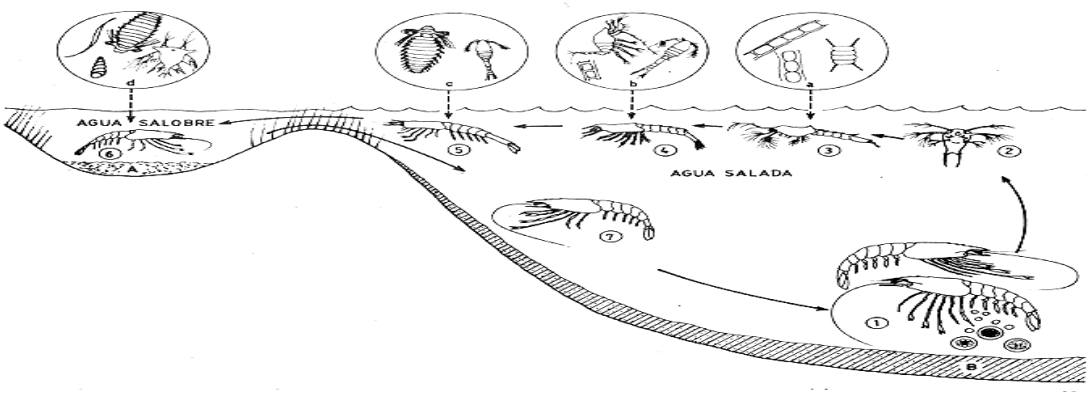
Nauplio: De 15 a 20 horas después de la ovoposición ocurre la eclosión de los huevos y la aparición del primer estadio larvario o Nauplio, esto tiene aproximadamente tiene una duración de 36 horas. El animal es de hábitos planctónicos y depende para su alimentación del vítelo del huevo.

Protozoea: Esta ya posee un tracto digestivo completo y mantiene el mismo hábito pelágico del Nauplio, alcanza una longitud de 2.2 mm se alimenta de fitoplancton.

Mysis: En esta fase ya presenta características semejantes a un camarón adulto, presentando de 4 a subestadíos, ya se encuentra muy avanzado hacia las zonas costeras, esto tiene una duración de 10 días y tiene un tamaño aproximado de 5 mm de longitud, alcanzando la fase de postlarva.

Postlarva: En esta etapa se desplaza hacia la franja litoral en busca de las lagunas costeras o esteros, que tienen gran importancia en su ciclo vital, ya al fin de este período, los individuos alcanzarán tamaños de 7 a 11 mm, aproximadamente 14 días después de postlarvas, tendido como ambiente natural las lagunas costeras y/o esteros. (Herrera, 2009)

Imagen 1, Ciclo de vida y alimentación del camarón



(Herrera, 2009)

Tabla # 1 Alimentación y comportamiento por estadios larvarios.

Estadio	**Alimentación principal**	**Comportamiento**
Huevo		Flota, tendencia a depositarse en el fondo
Nauplio	Sus propias reservas	Locomoción por antenas, planctónicas
Protozoea	Fitoplancton	Planctónica, natación por apéndices cefálicos
Mysis	Zooplancton	Planctónica, natación por apéndices del tórax
Postlarva	Zooplancton y posteriormente alimentación omnívora	Los primeros estadios son planctónicos, luego hábitos bénticos, natación por pleópodos

(Herrera, 2009)

4.4 Sistemas de producción

4.4.1 Sistema extensivo:

Se caracteriza por un bajo costo operacional y el empleo de bajas densidades de siembra. La alimentación que utilizan los animales es natural, es decir, la extiende en el cuerpo de agua que generalmente es abundante, son organismos vivos de origen animal y vegetal (plancton en la columna de agua y bentos en el fondo). Sus rendimientos son bajos y su manejo técnico sencillo.

Es un cultivo no controlado es decir que está sujeto a las variaciones climáticas y al tipo de suelo y calidad de agua y también interviene la explotación que se realiza del agua. Se practica en grandes cuerpos de agua.

La productividad del sistema es baja, ya que el alimento es más pobre, solo el existente en el agua y oscila como promedio entre 50 y 300 kg ha año, con algunas excepciones, especialmente dadas por aportes externos donde se logran 700-900 kg ha año.

Se utiliza el modo de producción de policultivo (con varias especies), para aprovechar todo el alimento presente en el agua (columna de agua y el fondo).

4.4.2 Sistema semi-intensivo

Con este tipo de cultivo se incrementa la densidad de siembra, utiliza fertilizantes, el manejo es sistemático y se pueden emplear alimentos de forma complementaria.

Generalmente se opta por el policultivo y se garantiza un uso adecuado de la cadena alimentaria presente en el agua, incrementada por la acción de los fertilizantes.

El cultivo semi –intensivo asi permite obtener rendimientos superiores a 2 Tm ha año en micropresas y estanques, a partir de siembras en el modo del policultivo es decir, la siembra de varias especies, con modos de alimentación diferentes y se incrementa la base alimenticia natural mediante el aporte de nutrientes que ofrecen los fertilizantes. Este sistema de cultivo se practica en los embalses denominados micropresas, tanques y en estanques de tierra mayoritariamente.

4.4.3 Sistema intensivo:

Tiene como objetivo desarrollar una alta productividad y eficiencia económica, con especies de alto valor mercantil para la venta en frontera, y para la exportación y evaluar la alternativa de cultivos en jaulas flotantes y raceweys (canales de corriente rápida). Se utilizan altas densidades, fuerte circulación de agua, alimento artificial de calidad y equipos de aireación cuando las condiciones del cultivo lo requieren.

Cada sistema empleado, en dependencia del lugar y la especie tiene sus particularidades y manera de realizar el manejo y puede ser el mayor o medida intensificado, es decir introducir características de un sistema más sencillo a uno superior.

De esta manera, aplicando sistemas y técnicas acuícolas, la producción se convierte en reglón importante para la producción final de alimento proteico para la población, satisfaciendo sus necesidades actuales en constante crecimiento.

Su intensidad y por ende sus resultados, depende de la especie, las condiciones que tenemos socio ambientales y los recursos disponibles para el cultivo. (Anónimo 9)

4.5 Calidad de agua

Según Boyd 1990, calidad de Agua en acuicultura puede definirse como la conveniencia del agua para el desarrollo de un cultivo acuícola. La calidad del agua incluye todos los parámetros físicos, químicos y biológicos que caracterizan un cuerpo de agua. Todas las especies cultivables requieren de normas de calidad de agua para asegurar su supervivencia, crecimiento o maduración sexual.

Esta calidad, estará fuertemente influenciada por las prácticas del manejo realizado en los estanques; donde se incluye, por ejemplo, la densidad de siembra, las estrategias adoptadas para su fertilización, la alimentación suplementaria ofrecida, la toma de datos sobre las variables físicas y químicas, etc. 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. (Herrera, 2012)

4.6 Factores físico químicos

4.6.1 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.

La solubilidad de los gases en el agua disminuye con el incremento de la salinidad. Aproximadamente el 20% del volumen y presión de los gases en el aire es el oxígeno. Cuando el agua está en contacto con la atmosfera, el oxígeno en el aire entra en el agua hasta que las presiones del oxígeno, del aire y del agua se igualen. Esto se conoce como equilibrio de saturación. (Herrera, Martínez, 2009).

El oxígeno es la variable más crítica en el cultivo del camarón y especialmente en sistemas semi -intensivos, donde la disponibilidad del agua no es muy alta y donde no disponemos de aireadores. La pérdida de oxígeno ocurre principalmente por la respiración de todos los organismos aeróbicos del estanque y la producción se hace por las algas en el momento de la fotosíntesis. Rangos a mantener entre los 3mg/L a 6mg/L.

En estanques camaroneros semi-intensivos, un mínimo de dos mediciones deberían de realizarse a diario durante el ciclo de cultivo. Las mediciones hechas al amanecer y al atardecer normalmente proveerán información sobre los extremos diarios. Las concentraciones críticas de oxígeno disuelto usualmente ocurren en la noche y con frecuencia es deseable realizarlas en estanques con blooms densos de fitoplancton. (Herrera, 2009)

Las concentraciones de oxígeno disuelto pueden variar considerablemente con la profundidad y la ubicación. En los estanques, las concentraciones de oxígeno disuelto más bajas están usualmente a más profundidad, donde el camarón pasa la mayor parte del tiempo.

Así, las mediciones de oxígeno disuelto deberían realizarse en la parte más profunda del estanque y cerca del fondo. Se debe evitar que el sensor del oxigenometro entre en contacto con el fondo, pues se obtendrán mediciones erróneas. Lo ideal es tomar muestras a 5 cm arriba del fondo.

Los sistemas de acuicultura poseen cuatro fuentes principales de oxígeno:

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

El oxígeno puede ser perdido o consumido por:

1.-La respiración biológica (camarones, peces) (5%)
2.-Respiración del sedimento (Oxidación química) (50 - 55%)
3.-Respiración por fitoplancton (40 - 45 %)
3. -Difusión atmosférica
4.- Efluentes (Herrera, Martínez, 2009)

Tabla # 2. Principio general del manejo del Oxígeno Disuelto en estanques camaroneros

1	Oxígeno muy bajo a cualquier hora del día o de la noche		Aumentar la renovación enseguida con más entradas y salidas
	Menor de 3 mg/L	**A**	No alimentar
		B	No fertilizar
2	Oxigeno bajo en la tarde, menor de 3 mg/L	**a**	No hay suficientes algas y prever una fertilización
		b	Hubo una mortalidad muy grande de algas cuya degradación en el fondo va a disminuir oxígeno. Hacer un cambio fuerte de agua en la noche y el día siguiente
3	Oxígeno alto en la tarde, mayor de 12 mg/L		Aumentar la renovación porque hay demasiadas algas que van a consumir todo el oxígeno en la noche

(Herrera, 2009)

Tabla # 3. Niveles críticos de Oxígeno Disuelto para el cultivo de camarón

Niveles de Oxígeno disuelto	**Afectación**
0 - 1.3 mg/L	Letal
1.3 - 1.7 mg/L	Letal con exposición prolongada
1. 7- 3.0 mg/L	Pobre conversión del alimento, crecimiento lento, disminución de resistencia a enfermedades si la exposición es continua.

(Herrera, 2012)

4.6.2 Temperatura

La temperatura es una magnitud que refleja el nivel térmico de un cuerpo (su capacidad para ceder energía calorífica) y el calor es la energía que pierde o gana en ciertos procesos (es un flujo de energía entre dos cuerpos que están a diferentes temperaturas).

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.

El consumo de oxígeno decrece relativamente a medida que la temperatura va incrementándose. Una temperatura letal es alcanzable decreciendo totalmente el consumo de oxígeno. (Herrera, 2012)

El proceso de descomposición de la materia se acelera al aumentar por encima de 25ºC, es considerada para el cultivo. La temperatura afecta la solubilidad del oxígeno en el agua y su consumo por los organismos aumentando o disminuyendo su actividad biológica.

Las especies de camarón de aguas cálidas crecen mejor a temperaturas entre 25ºC y 30 ºC. Los procesos biológicos como crecimiento y respiración se duplican, en general por cada ºC que aumenta la temperatura, consume el doble de oxígeno disuelto y es más crítico en temperaturas cálidas que en las frías. El crecimiento y la respiración de otros organismos que comparten el estanque, así como las reacciones químicas en su agua y suelo se incrementan aumentando la temperatura. Por ello los factores ambientales y en particular las variables de la calidad de agua, son más críticos conforme aumenta la temperatura. (Herrera, 2012)

Los organismos de las costas presentan diversos mecanismos de adaptación a esta condición ambiental. Las más importantes son a nivel de la regulación de su temperatura corporal.

Existen organismos cuyas reacciones bioquímicas se desarrollan siempre a un rango interno constante de temperatura (homeotermos) además, existe otro mecanismo de regulación, que permite a los organismos conformar su temperatura con la temperatura ambiental (poiquilotermos); en esta clasificación se encuentran la mayoría de los invertebrados marinos y peces. En estos últimos las velocidades de las reacciones enzimáticas se mantienen constantes, ya que las enzimas aparentemente actúan a diferentes temperaturas. (Martínez, 2011)

El efecto del gradiente de temperatura es dramático y extraordinariamente rápido afectando el metabolismo de lípidos, carbohidratos y proteínas además de la calidad espermática por 5 días.

El parámetro que influye mayormente en la reproducción de los camarones son las oscilaciones en la temperatura, ya que pueden provocar retroceso en el desarrollo ovárico de las hembras y pérdida en la calidad espermática de los machos. (Martínez, 2011)

4.6.3 pH

Es el logaritmo de la concentración de iones hidrógeno. En los sistemas naturales, cuando la respiración excede a la fotosíntesis se observa reducción en el pH, lo cual afecta el equilibrio C02+H20⟶-HCO3+H(Boyd,1982). Severas reducciones pueden ocurrir cuando el agua interactúa con los sedimentos que tienen alta capacidad de cambio de iones (Boyd,1982) ó cuando los ácidos sulfurosos de los sedimentos que contienen piritas oxidadas a la forma de ácido sulfúrico. (Herrera, Martínez, 2009)

El pH expresa el grado de acidez o basicidad de una solución en una escala que varía entre 0 y 14. La acidez aumenta cuando el pH disminuye. Una solución con un pH menor a 7 se dice que es ácida, mientras que si es mayor a 7 se clasifica como básica. Una solución con pH 7 será neutra.

El valor de pH representa el menos logaritmo en base diez de la concentración (Actividad) de iones hidrógeno [H+]. Como la escala es logarítmica, la caída en una unidad de pH es equivalente a un aumento de 10 veces en la concentración de H+.

Entonces, una muestra de agua con un pH de 5 tiene 10 veces más H+ que una de pH 6 y 100 veces más que una de pH 7.

Los cambios en la acidez pueden ser causados por la actividad propia de los organismos, deposición atmosférica (lluvia ácida), características geológicas de la cuenca y descargas de aguas de desecho.

El pH afecta procesos químicos y biológicos en el agua. La mayor parte de los organismos acuáticos prefieren un rango entre 6,5 y 8,5 pH por fuera de este rango suele determinar disminución en la diversidad, debido al estrés generado en los organismos no adaptados. Bajos pH también pueden hacer que sustancias tóxicas se movilicen o hagan disponibles para los animales. (Anónimo 2. 2007)

Suelos ácidos: Los suelos ácidos suelen encontrarse en áreas costeras, principalmente en zonas de manglares ricas en sulfatos y materia orgánica. Este tipo de suelo al secarse y oxidarse baja su pH a menos 4; esta disminución produce una alta concentración de hierro y aluminio los cuales en general son toxicas para los organismos en cantidades de 0,5 y 0,2 ppm respectivamente.

Estos dos elementos pueden combinarse con el fosforo disminuyendo su concentración (Singh, 1980). Se ha determinado que una situación inversa se produce con la elevación del pH quedando fosfatos libres que pueden ser utilizados por las algas.

En consecuencias una disminución del pH produce una serie de problemas:

- Muerte de camarones por estrés
- Poca productividad en el estanque
- Necesidad a mayor fertilización

Mejoramiento de los suelos ácidos

Cuando se trabaja en suelos ácidos se debe tener la precaución de construir los estanques de poca profundidad, ya que las capas inferiores del suelo son las más acidas.

Una manera de reducir la acidez en un estanque consiste en llenarlo y vaciarlo con agua repetidas veces, agregando antes del llenado final, de acuerdo con el grado de acidez del suelo, cal hidratada en cantidades que pueden variar entre 0,1 y 1 tn/ha; además se deben adicionar altas cantidades de fosfato (Herrera, Martínez, 2009)

4.6.4 Salinidad

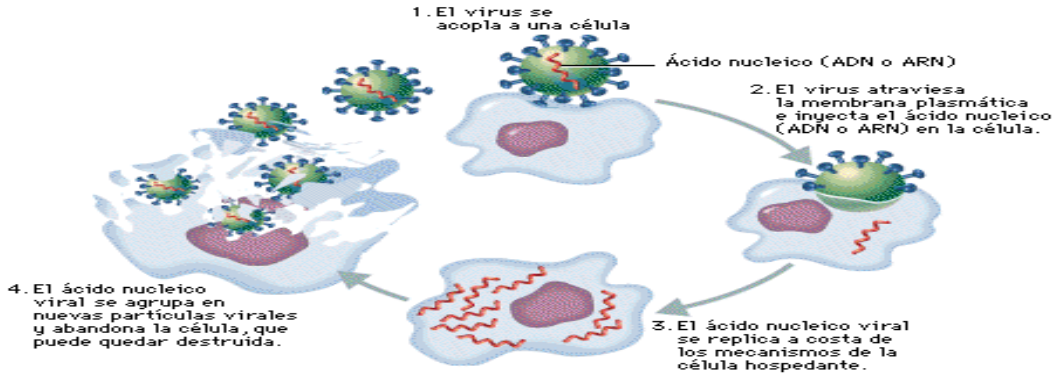
La salinidad es la concentración total de los iones disueltos. La salinidad depende básicamente de siete iones, cuyo valor promedio de concentraciones en el agua de mar es: sodio, 10,500 mg/L; Magnesio, 1,450 mg/L; Calcio, 400mg/L; Potasio, 370 mg/L; Cloruro, 19,000 mg/L, Sulfato, 2,700 mg/L; Bicarbonato, 142 mg/L. la salinidad promedio del agua de mar es 34.5ppm, en agua salobre, la salinidad varía de acuerdo a la salinidad de la fuente de agua. La salinidad de las aguas estuarinas puede ser similar a la del agua dulce durante la época de lluvia y aumentar durante la sequía. Los estuarios con acceso limitado al mar tienen mayor salinidad que esto durante temporada de sequía ya que los iones se

concentran a causa de la evaporación. La salinidad disminuye conforme se aleja de la boca del estuario, y la salinidad puede estratificarse de acuerdo a la profundidad del estuario. Aunque el *L.vannamei* y otras especies pueden ser cultivados exitosamente en estanques costeros entre 1 y 40ppm se produce mejor con una salinidad menor a 5ppm y la mayoría de los granjeros la prefieren entre 20 y 25ppm. (Rayo, 2009)

4.7 Principales enfermedades Virales.

Para causar una enfermedad los virus deben entrar en un hospedero, estar en contacto con células sensibles, replicarse en ellas y producir una lesión celular. Los virus son incapaces de multiplicarse por sí mismos y requieren del ADN de la célula para multiplicarse.

Imagen. 2 Ciclo de un virus



Virus del Síndrome de la Mancha Blanca (WSSV)

Estudios del WSSV han demostrado que este virus es altamente virulento, llegando a provocar mortalidades de hasta el 100% en los animales afectados (Sahul et al., 2001). En los estanques de cultivo de Litopenaeus vannamei del Ecuador la enfermedad se presenta entre la tercera y sexta semanas de cultivo.

El virus de la enfermedad de las manchas blancas (WSV) o virus del síndrome de las manchas blancas (WSSV) es un virus de ADN bicatenario y circular, de forma baciliforme a elíptica, dotado de un apéndice filamentoso y aún sin clasificar. La localización celular es nuclear y el tamaño del genoma es de unos 290 kbp aproximadamente, lo cual lo hace uno de los virus más complejos que infectan al camarón.

Demás de su alta virulencia, el WSSV se caracteriza por ser poco especifico en

cuanto a la capacidad de invadir y dañar diversos tejidos, mediante técnicas de histopatología, se han encontrado evidencias de infección y destrucción celular en tejido conectivo, glándula de la antena, tejido hematopoyético, branquias, tejidos nervioso, ectodermis y órganos linfoides, siendo esta dos localizaciones las que más frecuentemente se ven afectadas. (Anónimo 15)

4.8 Principales enfermedades bacterianas

Vibriosis

Las bacterias del género Vibrio son los patógenos oportunistas más reportados en camarones en larvicultura y engorda

Se puede definir como una enfermedad ocasionada por bacterias del género Vibrio en organismos acuáticos. Son organismos unicelulares, procariontes, capaces de replicarse automáticamente, presentan varios tipos de alimentación, se pueden exterminar o al menos controlar con antibióticos, pero tienen una resistencia rápida al antibiótico. Las bacterias del género Vibrio se han reportado a menudo como patógenos oportunistas para camarón, tanto en la fase de larvicultura como en la engorda. En la engorda prácticamente todas las especies de Vibrio han sido encontradas en todos los camarones con problemas, pero no implica que sean las responsables de la infección, sino que debido a su carácter oportunistas, proliferan cuando el camarón se encuentra debilitado.

Las principales especies involucradas en infecciones en camarón son Vibrio *alginolyticus, V. anguillarum, V. campbelli, V. fluvialis, V. harveyi, V. parahaemolyticus, V. panaeicida* (de reciente descubrimiento) y *V. vulnificus*. El mayor efecto patogénico de estas bacterias se ha observado durante la etapa larvaria de los camarones, cuando éstos aún no desarrollan su potencial defensivo. (Herrera, 2011)

La necrosis del hepatopáncreas.

Es una enfermedad que fue reportada por primera vez por Johnson (1989) como hepatopáncreas granulomatoso (por la formación de granulomas) causando altas mortalidades en las granjas de la parte central y sur de Texas, posteriormente fue reportado en Perú, Costa Rica, Panamá, Brasil, Venezuela, Ecuador y México provocando mortalidades entre el 20% y 95% en los sistemas de cultivo de *litopenaeus vannamei* (camarón blanco) y litopenaeus stylirostris (camarón azul).

También llamada hepatopancreatitis de Texas (TNHP), Síndrome de mortalidad del estanque del Texas (TPMS) y hepatopancreatitis necrotizante del Perú (PNHP)

Especies afectadas: *L. vannamei, L. stylirostris, L. setiferus, y P. aztecus.* Infecciones en laboratorio indican que P. mondón y *P. chinensis* también pueden ser susceptibles.

La Hepatopancreatitis necrotizante, en camarones de cultivo, ha sido responsable de grandes pérdidas económicas para los camaronicultores de varias partes del mundo, al afectar principalmente a los cultivos de Litopenaeus vannamei. Tomando en consideración la incidencia económica que esta enfermedad tiene en la viabilidad económica de estos cultivos. Uno de los principales problemas por resolver para entender mejor la biología de estas bacterias, es el que no se cuenta aún con un método para multiplicar y poder estudiar la bacteria in vitro. (Herrera, 2011)

4.9 Medidas de Bioseguridad en la prevención de enfermedades

El rápido crecimiento y maduración de la industria camaronícola, durante las últimas dos décadas a escala mundial, ha estado acompañado de un mayor reconocimiento de los efectos negativos de las enfermedades, tanto de índole infecciosa como no infecciosa.

Dado que las enfermedades virales representan la mayor amenaza, se recomienda la implementación de las siguientes medidas preventivas.

Las medidas de bioseguridad es un conjunto de medidas físicas, químicas y biológicas, se toman para prevención, control y medicación de enfermedades infecciosas en organismos acuáticos, incluyendo elaboración de planes, métodos de diagnóstico y tratamiento. Todo esto conlleva a las **Buenas Prácticas de Producción Acuícola (BPPA**).

Las BPPA requiere de: Capacitación, Trabajo en Equipo, Organización, Disciplina, Constancia, Recursos Económicos, Registro de las Medidas Aplicadas. (Herrera, 2011)

4.10 Uso de bactericidas naturales en el camarón blanco del pacífico

Un bactericida es cualquier sustancia capaz de matar bacterias, generalmente por lisis de su pared. Puede tratarse de una sustancia química desinfectante o de un fármaco antibiótico. El poder bactericida de estas sustancias capaz de provocar la destrucción definitiva de la vitalidad de un microbio.

Un efecto bactericida es aquel que produce la muerte a una bacteria. Provocando una reducción en la población bacteriana en el huésped o en el uso de sensibilidad microbiana.

Investigaciones recientes han desarrollo técnicas preventivas y terapéuticas para reducir o impedir enfermedades en los cultivos. Señalan que los problemas de enfermedades son ocasionados por el manejo inadecuado de los antibióticos en el tratamiento de ataques bacterianos. (Chamberlain & Gullian, 2001).

Ajo: (*Allium sativum*) sin duda alguna el mejor bactericida y antiviral natural. Contiene más de 20 componentes con propiedades antivirales y casi 40 componentes antibacteriano (Aliicina, ajoeno, ácido cafeico, ácido ascórbico, ácido clorogenico, quercitica, entre otros).

La propiedad del Ajo (*Allium sativum*) inhibe el crecimiento de ciertos hongos y bacterias, es ampliamente conocida, y en estudios se ha corroborado dichas cualidades, utilizándolo por lo tanto como referencia. De las 9 especies de hongos utilizadas en estudio, 7 de ellas (*Penicillium sp: Aspergillus sp.; Fusarium sp.; Alternaria sp.; Colletotrichum sp.y Pythium sp*.) han sido eficazmente controladas sin tener diferencias significativas entre si, aunque con *Rhizoctonia sp* y bacterias en general se ha obtenido el mayor diámetro de inhibición con 22.3 mm. (Agarwal y Mukhtar, 1996).

4.11 Ciclo del nitrógeno

El ciclo del nitrógeno es cada uno de los procesos biológicos y abióticos en que se basa el suministro de este elemento de los seres vivos. Es uno de los ciclos biogeoquímicos importantes en que se basa el equilibrio dinámico de composición de la biosfera terrestre.

4.11.1 Efectos

Los seres vivos cuentan con una gran proporción de nitrógeno en su composición química. El nitrógeno oxidado que reciben como nitrato (NO_3^-) es transformado a grupos aminoácidos (asimilación). Para volver a contar con nitrato hace falta que los descomponedores lo extraigan de la biomasa dejándolo en la forma reducida de ion amonio (NH_4^+), proceso que se llama amonificación; y que luego el amonio sea oxidado a nitrato, proceso llamado nitrificación.

Así parece que se cierra el ciclo biológico esencial. Pero el amonio y el nitrato son sustancias extremadamente solubles, que son arrastradas fácilmente por la escorrentía y la infiltración, lo que tiende a llevarlas al mar. Al final todo el nitrógeno atmosférico habría terminado, tras su conversión, disuelto en el mar. Los océanos serían ricos en nitrógeno, pero los continentes estarían prácticamente desprovistos de él, convertidos en desiertos biológicos, si no existieran otros dos procesos, mutuamente simétricos, en los que está implicado el nitrógeno

atmosférico (N_2). Se trata de la fijación de nitrógeno, que origina compuestos solubles a partir del N_2, y la desnitrificación, una forma de respiración anaerobia que devuelve N_2 a la atmósfera. De esta manera se mantiene un importante depósito de nitrógeno en el aire (donde representa un 78% en volumen). (Anónimo 8)

Imagen 3. Ciclo del Nitrógeno

4.12 Alimentación

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

En general las dietas disponibles comercialmente para la acuicultura contienen fuentes de proteínas y lípidos de origen animal y vegetal, y carbohidratos a las que le suplementa con vitaminas, minerales, presevantes, atrayentes y colorantes entre otros. Sin embargo el incremento del precio de los alimentos exige la selección y evaluación de las mismas, para proporcionar características deseables al producto, tales como que sean nutricionalmente efectivo, buena estabilidad en el agua, atractibilidad y palatibilidad, que permitan tallas de buen valor comercial y mayores rendimientos para hacer más rentable en cultivo de la especie siento este el objetivo final. (Herrera, 2009)

En los sistemas intensivos el efecto de la alimentación se puede observar que la correlación entre el crecimiento y frecuencia de alimentación. Una vez por día incrementa 1.62%, dos veces por día 1.66% y cuatro veces por día 1.71%,con lo

anterior se determinó que los organismos crecen mejor en cuatro raciones al mínimo por día. (ANONIMO11)

4.12.1 Importancia del alimento

El manejo de la alimentación en los sistemas intensivos del cultivo de Camarones Peneidos (*Litopenaeus vannamei*), resulta de vital importancia, dado que sus costos son trascendentes en la estructura final de los costos de producción. Además, debido a la gran biomasa de ejemplares en cultivo, se condiciona la generación de materia orgánica, así como la calidad del agua y presencia de microorganismos perjudiciales. (Anónimo 5, 2004)

Tabla # 4. Porciento en proteína del alimento

	Proteína % (Min.)	**Grasa % (Min.)**	**Fibra % (Min.)**	**Cenizas % (Min.)**
L. Vannamei				
Intensivo	40, 35, 30, 25	9	4	15
Semi intensivo	35, 30, 25	7	4	15
Extensivo	30, 25	5	4	15
Cero-recambio				
Híper intensivo	30, 25	9	3	15

(Anónimo 10)

4.12.2 Tipos de alimento

Los alimentos balanceados constituyen la fuente de nutrientes utilizada para complementar o reemplazar al alimento natural, estos proveen principalmente proteína y energía a los organismos cultivados (Akiyama y Chwang, 1999).

Aunque los principios nutricionales son similares para todos los animales, la cantidad de nutrientes requeridos varía con las especies. Hay aproximadamente 40 nutrientes esenciales requeridos por peces y animales terrestres. Aparentemente estos nutrientes esenciales son similares para camarón y podrían incluir aminoácidos, ácidos grasos, energía, vitaminas, minerales. Estos nutrientes son provistos en cierto grado por los alimentos procesados y el medio natural de cultivo (Akiyama, Dominy, 1989).

Las necesidades nutricionales para los organismos peneidos en términos de proteínas, energía, lípidos, carbohidratos, vitaminas y minerales han sido ampliamente estudiados (Lim , Akiyama, 1998).

4.12.3 Tabla de alimentación

Es importante el manejo de la tabla de alimentación en un sistema hiper intensivo ya que con ella se logra obtener un mejor monitoreo de los organismos con los que se está trabajando.

La tabla de alimentación está conformada por un grupo de datos obtenidos en cada muestreo semanalmente (población, peso promedio, sobrevivencia, biomasa en gramos y porciento en peso) todos estos datos son de principal apoyo para poder calcular el alimento que se va a proporcionar tanto semanal como por día.

El porciento en peso es el porcentaje del peso corporal del organismo que se va a proporcionar en alimento, este se va disminuyendo semanalmente conforme el organismo va creciendo. Para ello se utiliza una tabla predeterminada que nos indica que con estadio postlarvas se comienza con 70%.

4.12.4 Métodos de alimentación

El desarrollo de un régimen apropiado de alimentación para la acuicultura incluye aspectos tan importantes como optimizar el consumo de alimento. Se han desarrollado distintos métodos de alimentación ,siendo los mas conocidos de alimentación al voleo (manual) y mediante alimentadores automáticos y el uso de comederos ya sea como monitores de alimentación . (Anónimo 14)

Método de Boleo

Para realizarlo, es de suma importancia conocer cuál es la biomasa existente, por lo que hay que realizar muestreos poblacionales quincenales y de crecimiento semanal para conocer el peso promedio del camarón y con estos datos, guiarse por una tabla de alimentación ajustada a la realidad y trayectoria de producción de la camaronera (incluye datos de supervivencia estimada, el número de días que dura una campaña de cultivo, productividad de cada estanque, estación del año, etc.)

Con la alimentación al boleo el alimento es ampliamente distribuido sobre el estanque y todos los camarones cultivados pueden alimentarse adecuadamente, evitando el estrés que se genera cuando compiten por entrar al comedero, acentuándose más cada vez que aumenta la biomasa. (Anónimo 4.)

Para alimentar al boleo se debe tener en cuenta la profundidad del estanque, los canales interiores de drenaje, ubicación de “mesetas”; i.e., de esta manera se evitará bolear alimento en las partes someras (30-50 cm. de profundidad), donde no llegarán los camarones durante el día debido al calentamiento del agua por los rayos solares. Debemos evitar regar alimento en partes donde se van a acumular desechos tóxicos, y sedimentos anaeróbicos como los canales o zanjas interiores.

El inapropiado suministro al boleo encarece el costo de la campaña, por los desperdicios o sobrante que quede; además de llegar a ser un fertilizante orgánico caro o malograr los fondos. (Anónimo 4.)

El método al boleo con tabla de alimentación se ve afectado por condiciones tales como: (a) diferencias estacionales en el ritmo de crecimiento (diferentes tasas de crecimiento en verano e invierno,); (b) variación de alimento natural entre estanques debido a la fertilización, profundidad del estanque, densidad de siembra, estación y a las tasas de recambio de agua; y (c) calidad de alimento.

Método de alimentación por comederos o charolas

Se sigue el mismo procedimiento que en el método anterior, pero se usan “muestreadores” como indicadores del consumo de alimento. El número de muestreadores varía de acuerdo al tamaño del estanque.

Tabla # 5. Número de “muestreadores” sugerido de acuerdo al tamaño del estanque.

Tamaño del estanque (Hectárea)	**No. de muestreadores por Hectárea**
< 2	4-6
2-9	3-4
10-20	2-3
> 20	1-2

(Anónimo 4, 1998)

La cantidad de alimento colocado sobre los muestreadores puede ser un porcentaje fijo respecto de la ración total diaria, puede ser 3%, el cual varía según el número de dosis y la cantidad de alimento distribuido en cada dosis.

Para evitar confusiones en los cálculos correspondientes a cada dosis, sugerimos colocar 100-150 gr. de alimento por muestreador. La persona que suministra o supervisa se acostumbrará a visualizar la cantidad de muestra depositada; y a partir de ahí, basado en escalas. (Anónimo 4, 1998)

4.12.5 Formas de aplicación del alimento

El manejo del alimento implica decidir sobre: Que tipo de alimento se va a usar, cuando y cuanto se va a suministrar, y como se controlará el suministro para poder realizar un buen manejo. (Anónimo 4, 1998)

4.12.6 Control de Remanentes y Ajuste del Alimento

En el suministro al boleo, la única manera de ajustar es mediante la observación de los resultados del muestreo de crecimiento en peso semanal cuando el que maneja la producción observa la falta de ganancia de peso.

Cuando se usan muestreadores y/o comederos, el control del alimento está basado en la observación de remanentes, colocando una muestra o la cantidad de alimento asignada sobre ellos. El control del supervisor de alimentación y/o el personal alimentador, es esencial para evaluar la sub o sobre alimentación de los camarones, logrando el manejo del F.C.A. (Anónimo 4,1998)

El control de muestreadores o comederos se debe realizar entre 2-4 horas, con el fin de obtener lecturas reales del alimento suministrado. (Anónimo 4, 1998)

4.12.7 Factor de conversión alimenticio

La comparación de la cantidad de alimento abastecido y el crecimiento del camarón permite que sea calculado el factor de conversión alimenticia (F.C.A). Esta es una medida del peso del camarón producido por kilogramo (Kg.) de alimento abastecido. (Muñoz, 2009)

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 del cultivo, sin poder recuperar biomasa posteriormente.

b) Subalimentación del camarón, quizás debido a densidades mayores de lo programado y/o competencia del alimento por otros organismos (caracoles, peces, jaibas); que generalmente se presenta cuando se alimenta una sola vez al día con

escaso número de comederos viéndose reflejado en el crecimiento lento del camarón.

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

d) Robo del camarón o pérdida del alimento antes de suministrarlo al estanque. (Muñoz, 2009)

Asumiendo que al alimentar con comederos y empleando método de muestreo acertado, hallamos que el factor de conversión semanal es alto esto nos indicaría, crecimiento lento, sobrealimentación; mientras que un factor de conversión bajo indica que el camarón está haciendo un buen uso del alimento. (Urey, 2009)

4.13 Factores que afectan el crecimiento

Aunque en condiciones normales la bioenergética de los organismos es un proceso en relativo equilibrio, existen diversos factores intrínsecos y extrínsecos que pueden alterar dicho equilibrio, en donde el organismo canaliza una mayor cantidad de energía a distintos procesos con el fin de mantener un estado de homeóstasis y asegurar su integridad fisiológica. A continuación se mencionan diversos factores que tienen un efecto sobre el crecimiento.

Nutrición

El estado nutricional es uno de los factores más determinantes en el crecimiento de los peces o crustáceos. Cada especie tiene distintos hábitos alimenticios y requerimientos nutricionales específicos; es por ello que no puede hablarse de un alimento con características óptimas para los organismos acuáticos en general.

Muda

La muda o ecdisis, es un proceso del crecimiento que ocurre exclusivamente en crustáceos. Los crustáceos deben mudar su exoesqueleto para poder aumentar de talla, ya que no pueden crecer más allá de los límites impuestos por dicho exoesqueleto.

Sexo

El sexo es un factor que tiene que ver con la tasa de crecimiento. En algunas especies, el macho cuenta con una tasa de crecimiento más acelerada que la hembra, debido a que la hembra destina una mayor cantidad de energía en la producción de gametos y vitelogenia para propósitos de reproducción. Sin embargo, en otros organismos sucede lo contrario, y es la hembra quien presenta mayores dimensiones corporales.

Estrés

El estrés ambiental afecta significativamente la utilización y flujo de energía en un organismo debido a que hay un efecto directo sobre su metabolismo. El estrés generalmente se presenta en sistemas de cultivo, ya que los organismos están expuestos a condiciones variables o francamente adversas de varios parámetros, como por ejemplo: temperatura, salinidad, Oxígeno Disuelto, densidad, metabolitos tóxicos, entre otros. (Anónimo 3, 2009)

Densidad de siembra

La densidad de los organismos en camaronicultura se refiere al número de camarones por metro cuadrado. Es la capacidad de post larvas que se siembra en un metro cuadrado. Por otro lado el concepto de capacidad de carga de un estanque camaronero estará en dependencia de la disponibilidad del alimento natural y/o artificial que se encuentra en un estanque, así como la cantidad de organismos que se estén alimentando y la calidad de agua pueda soportar para que los animales puedan vivir y crecer adecuadamente. (Muñoz, 2009)

4.14 Parámetros poblacionales

Los muestreos poblacionales deberán realizarse con dos objetivos fundamentales, determinar el peso promedio de la población y estar en contacto directo con los camarones para una evaluación objetiva de su condición de salud. Los muestreos de peso pueden hacerse en cualquier día de una luna a otra sabiéndose de que una semana después de cada luna se incrementa la muda de los camarones. 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 4^{ta} a la 7^{ma} repunta).

Existen dos maneras de evaluar las poblaciones de camarones: la primera, mediante el uso de atarraya y la segunda, a través del consumo de alimento en comederos. Ambos tipos de muestreos permiten tener un margen de confiabilidad de entre el 90 - 95%. Los factores que influyen en los resultados son: periodo de muda, nivel del fondo del estanque, tamaño de malla y peso de la atarraya, experiencia del atarrayero, altura de la columna de agua; además, número de comederos por hectárea, control continuo del alimento en los comederos (más de 2 dosis/día), observación del estado fisiológico del camarón (presencia de enfermos), etc. (Anónimo 16).

4.15 Muestreos biológicos

4.15.1 Crecimiento acumulado

El crecimiento depende de muchos factores unos de origen interno, hereditarios, y relativos a la velocidad de crecimiento, a la facultad de utilización de alimento y a las resistencias de las enfermedades y otro de origen interno llamado a su conjunto medio vital y comprendiendo principalmente la temperatura, la cantidad y calidad de alimento presente, la composición y pureza química del medio (contenido de oxígeno, ausencia de sustancias nocivas), el espacio vital, (según que sea suficientemente extenso o demasiado reducido, el crecimiento es rápido o lento) etc. (Muñoz, 2009)

4.15.2 Ritmo de crecimiento

Es el crecimiento en peso de los organismos en un periodo de tiempo determinado, por ejemplo una semana. (Muñoz, 2009)

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 0.7gr 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.

Para calcular el ritmo de crecimiento se procederá a hacerse muestreos poblacionales cada semana, en la cual se tomara el peso de las muestras. Para calcular el ritmo de crecimiento, para esto se utilizara la siguiente fórmula:

Ritmo decrecimiento= peso actual – peso anterior. (Herrera, 2009)

4.15.3 Tasa de crecimiento

La tasa de crecimiento es una poderosa herramienta que sirve como indicador de la velocidad del crecimiento del camarón en relación al tiempo. La tasa de crecimiento se debe estimar semanalmente a partir de los muestreos de crecimiento, en todo el tiempo de cultivo hasta la cosecha.

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 es mayor que las que crecen los juveniles y estos a su vez son mayores a las que crecen los pre-adultos.

Se consideran que tasas de crecimiento de 1.5 - 2.0 gr por semana, son bastante excepcionales; pero no difíciles de alcanzar. Esta tasa se logra en los primeros 30 a 60 días después de haber transferido los juveniles desde el estanque de pre-cría hacia el de engorde. Luego de ese periodo, se logran tasas de crecimiento de 1.0 a 1.2 gr por semana hasta llegar a la talla de cosecha. También valores entre -1 a -6 son aceptables para tasas de crecimiento para camarones de talla juvenil. (Martínez, 2012)

Es la velocidad con que crecieron las postlarvas y se expresa en la siguiente ecuación:

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

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 del alimento.
- La temperatura del agua.
- La edad de los camarones.
- La salud de los camarones (Muñoz, 2009)

Este muestreo debe reflejar lo más exactamente posible el estado de la población de criadero, tanto en lo que refiere al peso promedio como en la homogeneidad de las tablas. Además se debe aprovechar el muestreo para estimar el estado de la salud de los camarones, su distribución en el criadero y su densidad diaria.

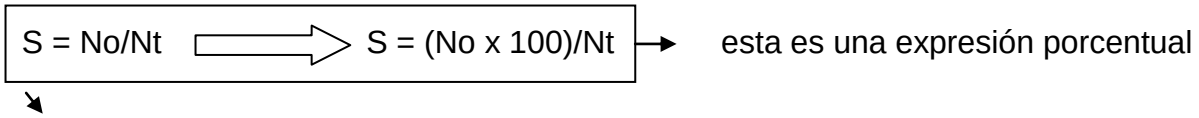
El muestreo es un punto clave del manejo de la granja, se debe prestar mucha atención a su realización, tratando siempre de guardar la misma técnica y analizando los resultados muy detenidamente. (Muñoz, 2009)

4.15.4 Sobrevivencia

Para sacar la sobrevivencia de organismos que fuimos obteniendo, se llevó un orden desde el primer día de la siembra el cual comenzó con un 100% se sobrevivencia, posteriormente se le restó un 1% de mortalidad cada día.

$$S\ \% = \frac{\text{Número de camarones vivos}}{\text{Número de camarones sembrados}} * 100$$

Es una expresión de la cantidad de individuos existentes hoy (Nt) como resultado de un número de individuos iniciales o sembrados (No). El resultado es una proporción de 1. Su equivalente en porcentaje se logra al multiplicarlo por 100.



Esta es una expresión proporcional

S= sobrevivencia

No= número de organismos vivos

Nt= número total (Martínez, 2012)

4.15.5 Rendimiento productivo

El rendimiento productivo es una expresión convencional entendible para los productores. Técnicamente se trata de mostrar la biomasa cosechada, es decir, es el resultado de multiplicar el número de individuos por el peso promedio de los individuos cosechados. También puede expresarse como el peso total de la cosecha.
Esta biomasa para que sea Rendimiento Productivo tiene que expresarse por unidad de área. El Rendimiento productivo se expresa en Libras por hectárea.
Bo = Peso Promedio x Nt.

Rendimiento Productivo = Libras/Hectárea

Bo = Biomasa cosechada
Nt = Número total

(Martínez, 2012)

4.15.6 Factor de conversión alimenticio

El factor de conversión alimenticio varia durante el ciclo de producción dentro de las poblaciones, pero es una ayuda 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 tasa de conversión alimenticia no deberá ser mayor de 1.5. La alimentación constituye el alimento principal del efecto de producción en la camaronicultura y debido a este hecho es considerado como el factor de mayor importancia económica en esta actividad. (Herrera, 2009)

El F.C.A varía dependiendo de la densidad de siembra, calidad del alimento y tamaño del camarón cosechado. (Urey, 2009)

4.16 Buenas prácticas acuícolas

Pautas para alcanzar las BPPA

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 de camarones. (Herrera, 2011)

V. MATERIALES Y METODOS

5.1 Localización del área de estudio

Este trabajo se realizó en el Laboratorio de Investigaciones Marinas y Acuícolas (LIMA) de UNAN – León, ubicado en la localidad de Las Peñitas – Poneloya a 20km de la Ciudad de León. Con las coordenadas 496457mE y 1367324mN. El período en estudio experimental fue de 35 días consecutivos, en total fueron 8 meses con toda la investigación.

5.2 Dispositivo experimental

El trabajo se realizó en 2 pilas de concreto, que miden aproximadamente 5 x 3 metros y una profundidad de 1.8 metros. Se hicieron dos comparaciones: Una pila con densidad de 100 pls/m^2 y la otra de 150 pls/m^2. En cada pila habían 21 piedras difusoras que introdujeron aire para la oxigenación del agua y por ende a la de los organismos. Las dos pilas dependieron del reservorio de concreto para el suministro de agua.

5.3 Diseño del experimento

Para realizar este trabajo fue necesario previamente lavar las 2 pilas en que se trabajó, se procedió a instalar las tuberías de aireación con 21 manguerillas que median 1 cuarto de pulgada y 21 piedras difusoras en la tubería de aire madre que se encuentra ubicada en la pared divisoria entre ambas pilas.

La distribución del aire comenzó desde el blower hasta la ubicación de las pilas experimentales, utilizando una tubería que media aproximadamente 20 metros de longitud con un diámetro de 2pulg, el tipo de soplador o blower que se utilizo es de la marca Baldor Industrial Motor con 5hp y trabajó con 220 voltios, este sirvió para proporcionar aeración a nuestros organismos en estudio, ya instaladas las tuberías se procedió al llenado de agua.

El agua se tomó del Océano Pacífico con un tubo que mide aproximadamente 110mts de longitud y 3 pulgadas de diámetro, este tiene en su parte final una válvula de cheque con la cual permitió la toma de agua sin regreso de la misma. Antes de ser succionada el agua fué filtrada por 1 metro de grosor de arena. El agua fué bombeada por medio de una bomba axial marca Baldor Realice de 4hp con un voltaje de 208.

El reservorio es de concreto y de forma rectangular, mide 11.5 x 4.20 mts con capacidad de 54 m^3.

El agua fué traslada hasta las pilas experimentales que se utilizaron, utilizando una bomba sumergible de la MODY SUMP PUMP model M100s/m, serie SR #100894, 1.3hp esta succiona el agua la cual fué enviada por una tubería de pvc que mide 2cm de diámetro.

Una vez llenadas las pilas se hizo recepción de las post larvas, las cual se aclimataron previamente, luego se contó una por una con ayuda de panas y cucharas, esto se realizó con el fin de obtener cálculos exactos a la hora de monitorear y realizar la investigación.

Posteriormente con los datos obtenidos en el primer monitoreo (peso, biomasa) el día de la siembra, se comenzó a trabajar con la tabla de alimentación sacando cálculos de alimento a proporcionar por día.

5.4 Alimentación

Para efectuar el proceso de alimentación realizamos una tabla de alimentación la cual fuimos ajustando a lo largo de la investigación.

Para ajustar la tabla era necesario efectuar la siguiente ecuación:

Población * sobrevivencia * peso promedio = Biomasa

Biomasa * Body weight = Alimento diario

5.5 Factores Físicos Químicos

Oxígeno Disuelto

Se tomó el oxígeno disuelto que presentó cada pila, dos veces al día, a las 6:00 am que es cuando comienza la incidencia solar y a las 6:00 pm que aun el sol hace parte de su trabajo (fotosíntesis), este parámetro fué tomado con un oxigenometro de la marca YSI-550.

La calibración del oxigenómetro se hace de la siguiente manera: en MODE se introduce el valor de la salinidad del agua muestra y la cantidad de metros sobre el nivel del mar, luego se deja por 30 segundos y ya está calibrado.

Una vez calibrado y listo para usarse, se colocó el electrodo del oxigenómetro dentro de la pila a unos 30cm de profundidad, el tablero comienza a marcar y donde se detiene es el dato correcto a anotar.

Temperatura

La temperatura del agua de las pilas donde se realizó el estudio se tomó con el oxigenometro marca YSI-550 el cual nos la indicó en grados centígrados, esta se

tomó 2 veces al día, a las 6:00 am y a las 6:00 pm, para de esta forma llevar un control acerca de las condiciones que se encontraba el agua durante el proceso experimental.

La metodología para tomar la temperatura fue la misma del oxígeno ya que el mismo aparato que proporcionó ambos datos.

Salinidad

La salinidad del agua de las pilas en que se encontraban las postlarvas se tomó con un refractómetro marca ABMTC salinity 0-100‰, el cual se calibro colocando gotas de agua dulce en el prisma hasta llegar a una salinidad de cero posteriormente se obtiene una gota de agua de la pila la cual se colocó en el prisma del aparato. Luego se observó el visor o pantalla y determinó por qué valor corta la línea celeste, ese valor se anota como la salinidad del agua muestra expresada en S‰. Este factor se tomó 2 veces al día, a las 6:00 am y a las 6:00 pm.

pH

Para obtener la acides o basicidad del agua fue necesario determinar el valor de pH del agua. Para esto, utilizamos un pHmetro de la marca By Hanna el cual se calibra con una solución buffer lo cual este este se introduce 5 cm bajo la superficie del agua , este proceso se realizó a las 6:00 am y a las 6:00 pm, los datos se registraron en un formato, anexo a la presente.

5.6 Parámetros poblacionales

Crecimiento acumulado

Se realizó por cada pila un estudio extrayendo postlarvas, se obtuvo el peso sacando cada cinco días, en el cual nos dimos cuenta si el organismo va aumentando o disminuyendo el peso. El pesaje se realizó de la siguiente manera: las muestras fueron colocadas en un recipiente previamente calibrado.

Los individuos se colocaron en una tela absorbente para quitar el exceso de agua que este contenía, previamente colocado y calibrado en la balanza gramera marca SCOUT pro sp 202 de 200 gr de capacidad, el valor resultante fue anotado en el formato, posteriormente se procedió a contar la cantidad de postlarvas pesadas y se regresaron los individuos al agua. La cantidad de postlarvas fue dividida entre el peso obtenido este dará el peso promedio acumulado de cada postlarva.

Ritmos de crecimiento

Para calcular el Ritmo de Crecimiento de las postlarvas de camarón se restó el peso actual menos el peso anterior.

R.C = Peso actual - Peso anterior

Tasa de crecimiento

Es la velocidad con que crecieron las postlarvas y se expresa en la siguiente ecuación:

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

Sobrevivencia

Para sacar la sobrevivencia de organismos que fuimos obteniendo, se llevó un orden desde el primer día de la siembra el cual comenzó con un 100% de sobrevivencia, posteriormente se le restó un 1% de mortalidad cada día.

$$SV\ \% = \frac{\text{número de camarones vivos}}{\text{número de camarones sembrados}} * 100$$

Factor de Conversión Alimenticio

Para calcular el Factor de Conversión Alimenticio en nuestro proceso experimental, fué necesario conocer la fórmula descrita abajo, esta fórmula nos sirvió para informarnos cuanto alimento aplicamos, que porcentaje de alimento fué consumido favorablemente y cual de este fué desaprovechado por los organismos durante el periodo en estudio.

F.C = Alimento consumido / ganancia en peso

Rendimiento Productivo

Este parámetro representa a todos los individuos sobrevivientes en la cosecha. Se multiplica el número de individuos por el peso promedio, esta expresión es también conocida como Biomasa. La Biomasa expresa en producción por hectárea (Libras/ha) es conocida como Rendimiento Productivo.

Número de ind * peso promedio / área

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Factores Físico Químicos

Oxígeno disuelto (OD)

Los valores de Oxígeno disuelto registrados durante este trabajo variaron entre 9.8 mgOD/L en los días iniciales a 4.3 mg/lt en los días finales, para ambas condiciones experimentales.

Si la concentración de oxígeno disuelto es menor de 3 mg/l el efecto será un crecimiento lento si la baja de oxígeno se prolonga, si la concentración de oxígeno disuelto es mayor de 5 mg/l es la mejor condición para el crecimiento adecuado. (Martínez, 2011)

Los valores antes expresados muestran que el oxígeno disuelto fue un factor físico químico, que facilitó el crecimiento de los camarones, los valores óptimos presentados están entre 3 a 7 mg/L según Herrera (2009). La tendencia que presentó el Oxígeno fue decreciente, esto muestra el incremento en el consumo de Oxígeno determinado por el incremento de la biomasa de los organismos en la pila. En ambas condiciones experimentales se comportaron similares. Indicando la linea roja el valor de intervalo mínino de Oxígeno Disuelto en cultivo de camaron.

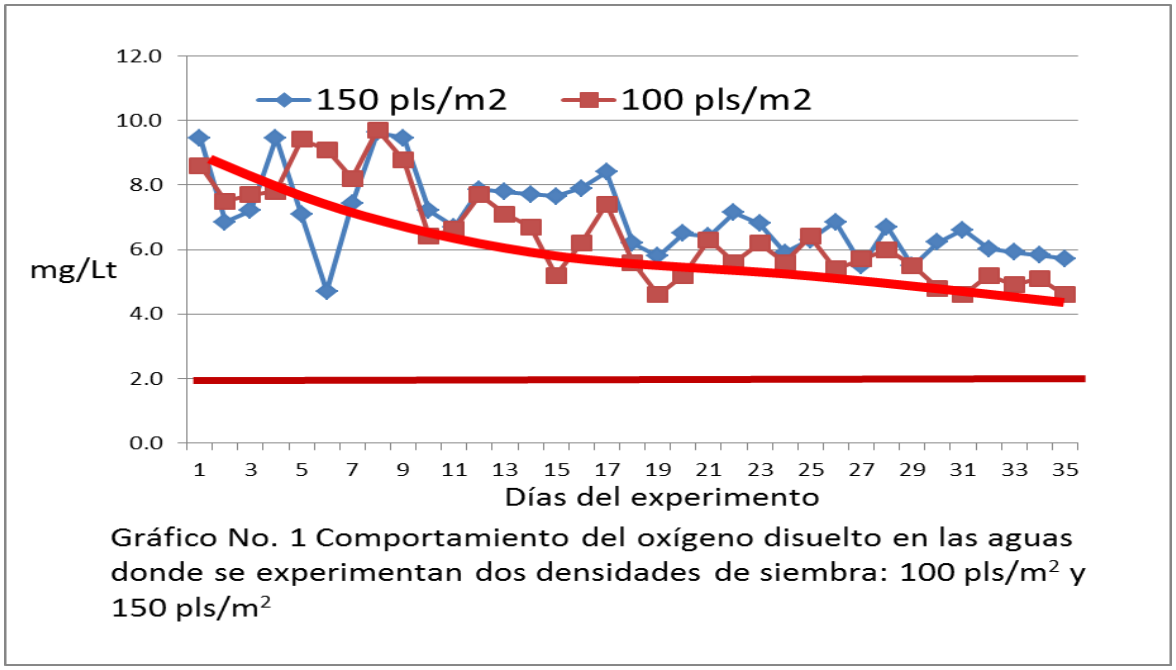


Gráfico No. 1 Comportamiento del oxígeno disuelto en las aguas donde se experimentan dos densidades de siembra: 100 pls/m^2 y 150 pls/m^2

Temperatura

Los valores de temperatura que fueron observados durante la investigación tuvieron una variación de 26 ^{O}C al comienzo de la investigación a 31 ^{O}C en los días finales para ambos experimentos.

La temperatura es el factor ambiental más importante en la vida de cualquier organismo, los ajustes bioquímicos o fisiológicos que ocurran en cualquier adaptación, dependerán de reacciones metabólicas que involucren enzimas dependientes totalmente de este factor para su desarrollo. (Martínez, 2011)

Las especies de camarón de aguas cálidas crecen mejor a temperaturas entre 25 ºC y 30 ºC. Por ello los factores ambientales y en particular las variables de la calidad de agua, son más críticos conforme aumenta la temperatura. (Herrera, 2012)

Los valores antes expresado muestran que la temperatura fue un factor físico químico, que facilitó el crecimiento adecuado. Los valores óptimos están entre 25 y 30 ^{O}C según Herrera (2012), la tendencia de los valores de temperatura fue creciente, lo cual muestra que se mantuvieron en aguas cálidas dentro de los valores adecuados para su cultivo, esto redunda en la mejora de condiciones para su crecimiento en ambas condiciones experimentales.

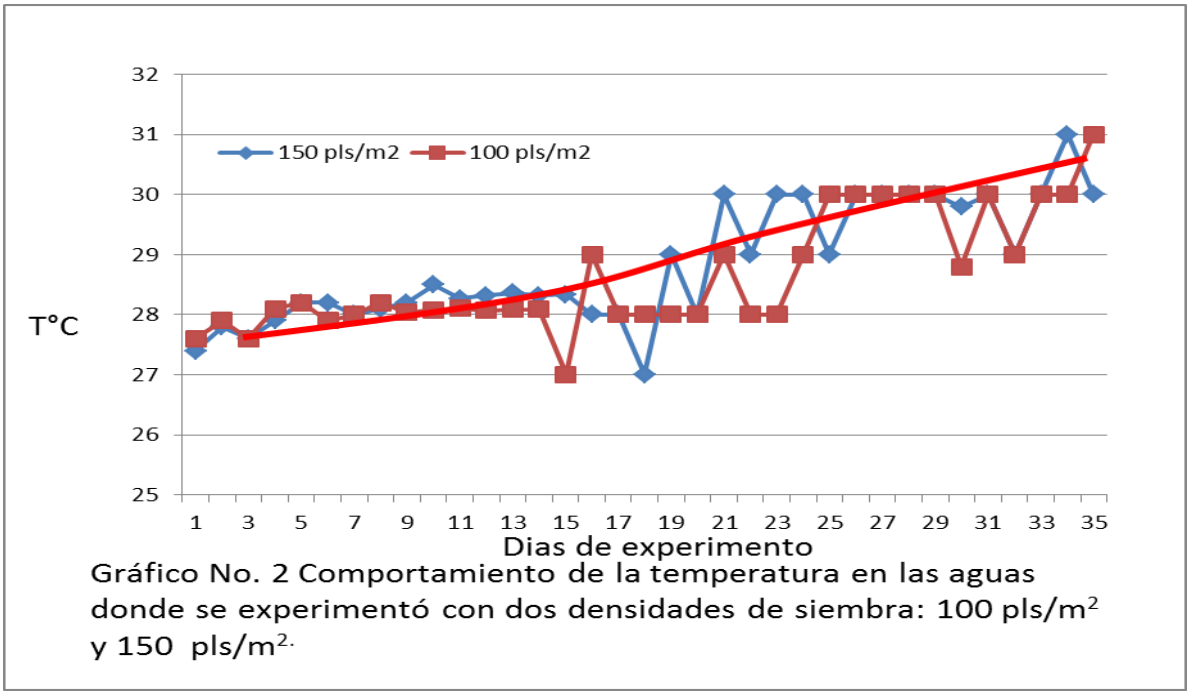


Gráfico No. 2 Comportamiento de la temperatura en las aguas donde se experimentó con dos densidades de siembra: 100 pls/m^2 y 150 pls/m$^{2.}$

SALINIDAD

Los valores de salinidad variaron entre 38 S‰ en los dias iniciales y 29 S‰ en los dias finales de esta investigacion para ambas condiciones experimentales.

Aunque el *Litopenaeus vannamei* pueden ser cultivados exitosamente en estanques costeros con salinidad entre 1 y 40 S‰, se produce mejor con una salinidad superior a 5 S‰ y la mayoría de granjeros la prefieren entre 20 y 25 S‰.

En el ambiente marino, la concentración de iones disueltos en el agua es de 35 aproximadamente, sin embargo, considerando que el ciclo de vida de algunos invertebrados marinos que parte de su vida la pasan en ambientes estuarinos con concentraciones de iones entre 5 y 40 con variaciones diarias y estacionales, enfrentan problemas fisicoquímicos: Osmosis y Difusión. (Martínez, 2011)

Los valores expresado muestran que la salinidad fue un factor físico químico. Los intervalos de tolerancia de la salinidad para los camarones es muy amplia y pueden sobrevivir de 0 S‰ hasta 50 S‰ según, Rayo (2009), esta condición facilito el crecimiento de los camarones en ambas condiciones experimentales.

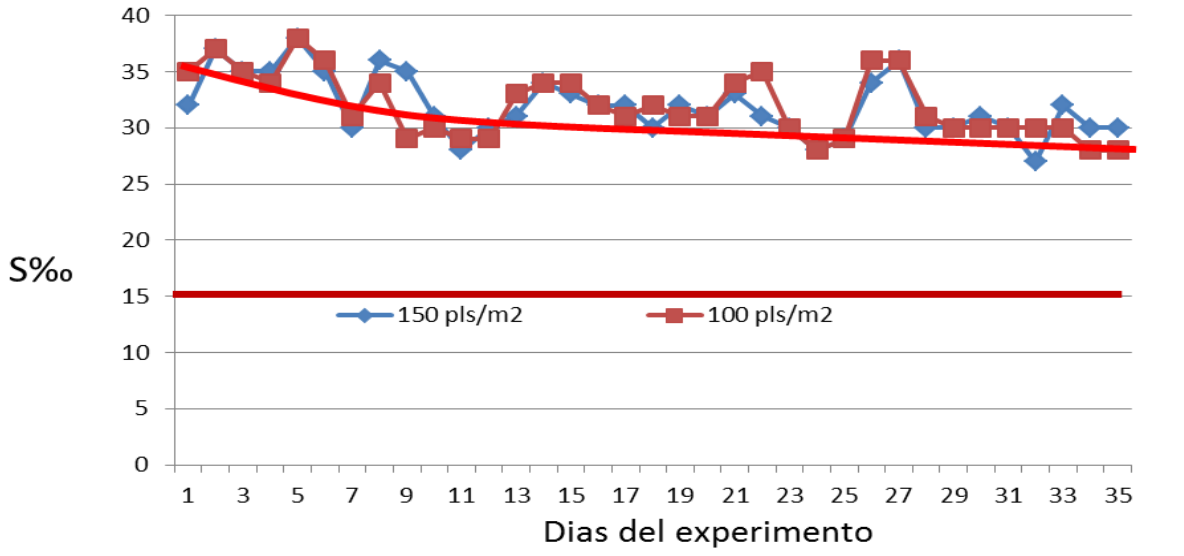


Gráfico No. 3 Comportamiento de la salinidad en las aguas donde se experimento con dos densidades de siembra: 100 pls/m^2 y 150 pls/m^2

pH

Los valores de pH que fueron observado durante el proceso de este experimento variaron entre 8.5 en los dias iniciales y 6.8 en los dias finales de esta investigacion para ambas condiciones experimentales.

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

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, 2011)

Los valores expresados muestran que el pH fue un factor físico químico, que se mantuvo en los valores óptimos presentados, entre 6.5 y 8.5 según (Anónimo 2, 2007) deacuerdo a los valores el agua se mantiene con un pH neutro lo cual facilito el crecimiento de los camarones en ambas condiciones experimentales.

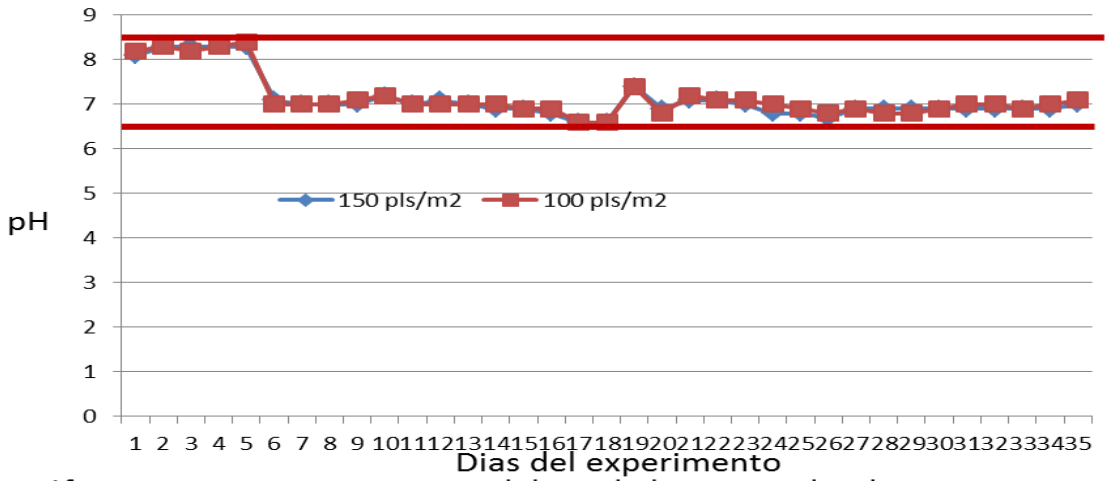


Gráfico No. 4 Comportamiento del pH de las aguas donde se experimento dos densidades de siembra: 100 pls/m^2 y 150 pls/m^2

6.2 Parametros poblacionales.

CRECIMIENTO ACUMULADO

Los valores del pesos de los camarones que fueron registrados en dos densidades de siembra (100 y 150 postlarvas/m^2) presentaron diferencia numérica de crecimientos para ambas densidades. A inicios del experimentos los valores fueron iguales luego de un periodo determinado se produjo un leve incremento en los camarones donde la densidad de siembra fue de 100pls/m^2. Desde el muestreo 4 se observó que los pesos cada vez se fueron separando más hasta llegar al final del experimento donde los pesos finales fueron de 2.3 gramos en la densidad 100pls y de 1.4 gramos para los camarones en la densidad de 150 postlarvas/m^2.

El crecimiento acumulado fué realizado deacuerdo al peso que se obtiene en un período de 5 a 7 días debido a la velocidad de crecimiento, a la facultad de utilización de alimento y a las resistencias de las enfermedades y a la influencias de los factores físicos químicos. (Martínez, 2011)

Según Martínez (2011), en los camarones se espera que al cabo de 30 días crescan entre 1.8 a 2.2 gramos, por lo que los datos expresados en en este trabajo se encuentran dentro de lo esperado.

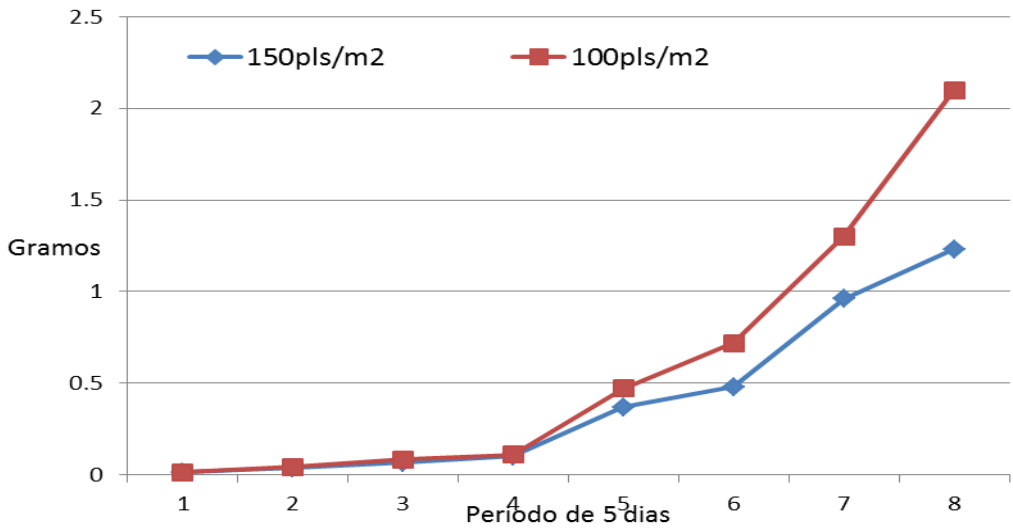


Gráfico No. 5 Comportamiento de los pesos de los camarones en dos densidades de siembra (100 y 150 pls/m^2) creciendo en estanques de concreto

RITMO DE CRECIMIENTO

Con respecto al Ritmo de Crecimiento, los datos registrados en los muestreos cada 5 días, indican que las postlarvas, en promedio crecían 0.80gr/cada 5 días en el tratamiento que representaba 100plsm^2 y 0.29 gr/cada 5 días con tratamiento dos que representaba al de 150plsm^2.

El ritmo de crecimiento es el crecimiento en peso de los organismos en un periodo de tiempo determinado, por ejemplo una semana.

Para calcular el Ritmo de Crecimiento de las postlarvas de camarón se restó el peso actual menos el peso anterior. (Martínez, 2011)

Siendo al final del tratamiento el momento donde se presentó el mejor Ritmo de Crecimiento en las densidades de 100plsm^2. Martínez (2011) reporta que se esperan Ritmos de crecimiento de 0.7 gr/semana en época seca y de 1 a 1.2 gr/semana en época lluviosa. Esto muestra que en el caso de los camarones que crecieron a una densidad de 100plsm^2, crecieron mejor que en la otra densidad experimentada.

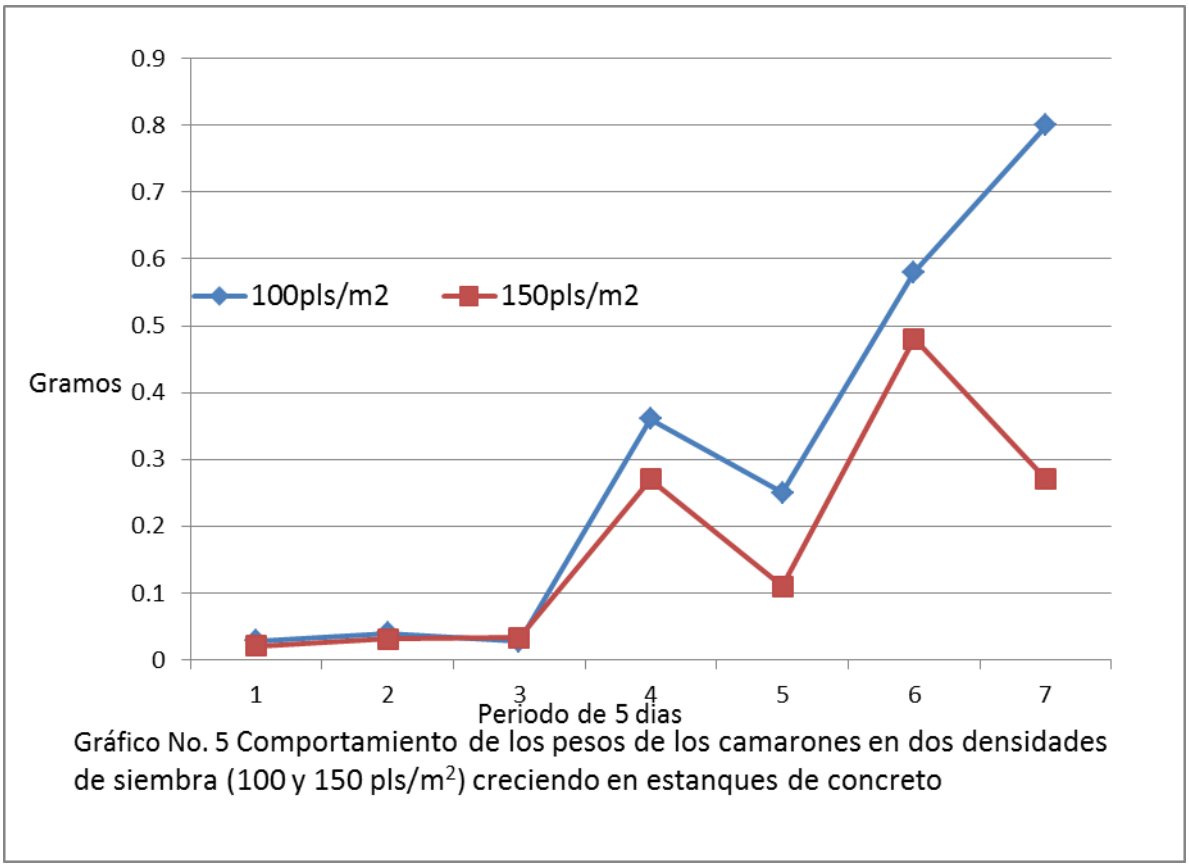


Gráfico No. 5 Comportamiento de los pesos de los camarones en dos densidades de siembra (100 y 150 pls/m^2) creciendo en estanques de concreto

TASA DE CRECIMIENTO (TC)

En el gráfico 7, podemos observar la tasa de crecimiento en ambos tratamientos, comenzando con TC= 35 para ambos tratamientos, decreciendo hasta llegar a TC= 1 para 150pls/m^2 y TC= -2 para 100pls/m^2.

En los sistemas hiper-intensivos con producciones de 28,000 y 68,000 kg/ha se cosecha a tasas de crecimiento de 1,5 g/semana (Anónimo 12)

La tasa de crecimiento confirma que los camarones que crecieron en densidades menores 100 pls/m^2 tuvieron las mejores condiciones para crecer que en densidades mayores (150 pls/m^2).

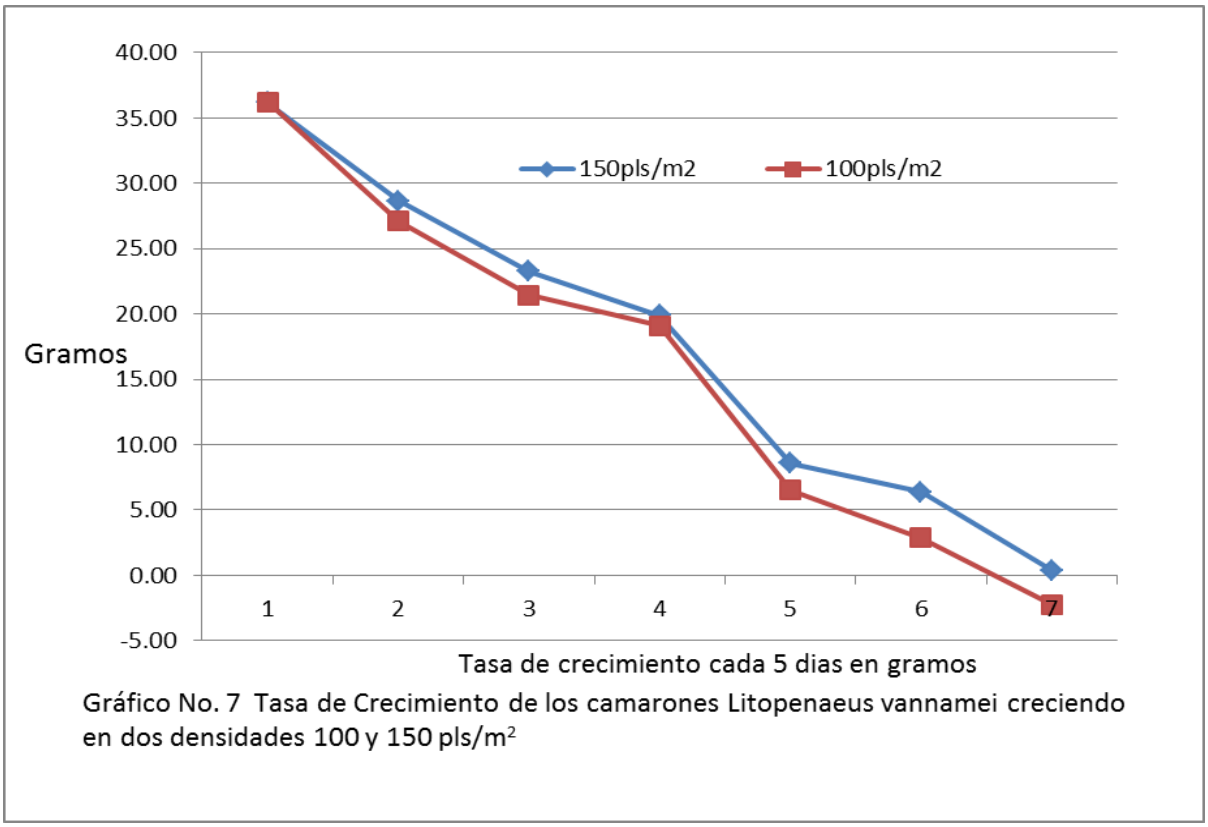


Gráfico No. 7 Tasa de Crecimiento de los camarones Litopenaeus vannamei creciendo en dos densidades 100 y 150 pls/m^2

RENDIMIENTO PRODUCTIVO

2,981 libras/ha fue el Rendimiento Productivo que se obtuvo en la extrapolación por ha, de los resultados obtenidos en el tratamiento de 150 pls/m^2 y 2,708 para el tratamiento de 100 pls/m^2.

Con esta técnica se puede obtener de 5 a 6 kg/m2 de camarón con cabeza diferentes tallas y se puede realizar de 3 a 4 cosechas y una final en el lapso de 19 semanas. (ANÓNIMO 13)

En sistema hiper-intensivo se ha logrado producciones de entre 28 000 y 68 000 kg/ha/cosecha (Anónimo 12)

Aquí se puede observar que a pesar de haberse obtenido la mejor calidad en la cosecha con los camarones a densidad de 100 pls/m^2, el mejor rendimiento productivo o la mayor cantidad de biomasa fue obtenida en la condición experimental donde los camarones crecieron a 150 pls/m^2.

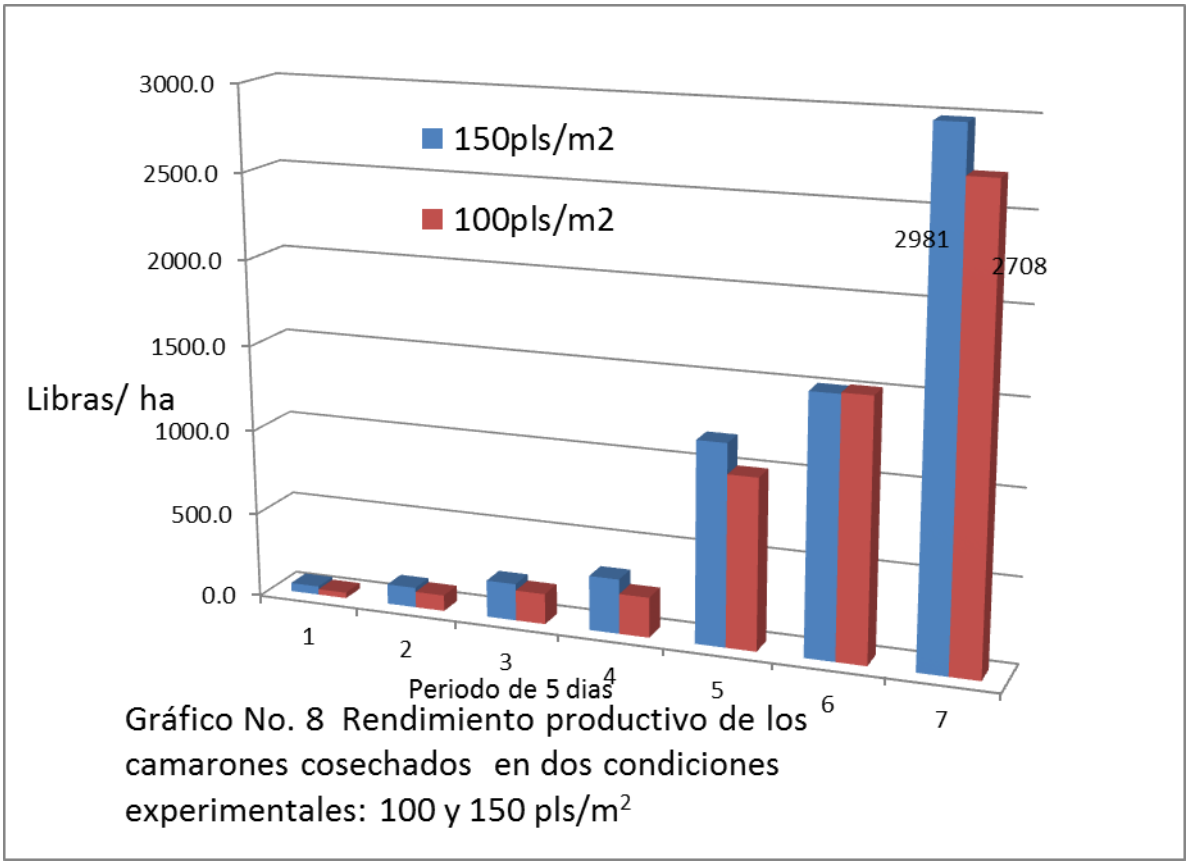


Gráfico No. 8 Rendimiento productivo de los camarones cosechados en dos condiciones experimentales: 100 y 150 pls/m^2

SOBREVIVENCIA

El porcentaje de sobrevivencia de los organismos se obtiene llevando un registro de cuantos camarones sembrados, lo cual comenzó con un 100% de sobrevivencia desde el primer día, posteriormente se le restó un 1% de mortalidad cada día. (Martínez 2011)

La sobrevivencia de los camarones objeto de estudio se muestra en este gráfico, observando que fue de 94% para los organismos del tratamiento con 100 pls/m^2, y 93% para la pila donde se trabajó con 150 pls/m^2.

En un sistema hiper-intensivo la tasa de supervivencia oscila de 55–91 % (ANÓNIMO 12) Por lo que se demuestra que en el tratamiento de 100pls m^2 los organismos sobreviven más que el tratamiento de 150pls m^2 a la hora de cultivar los camarones.

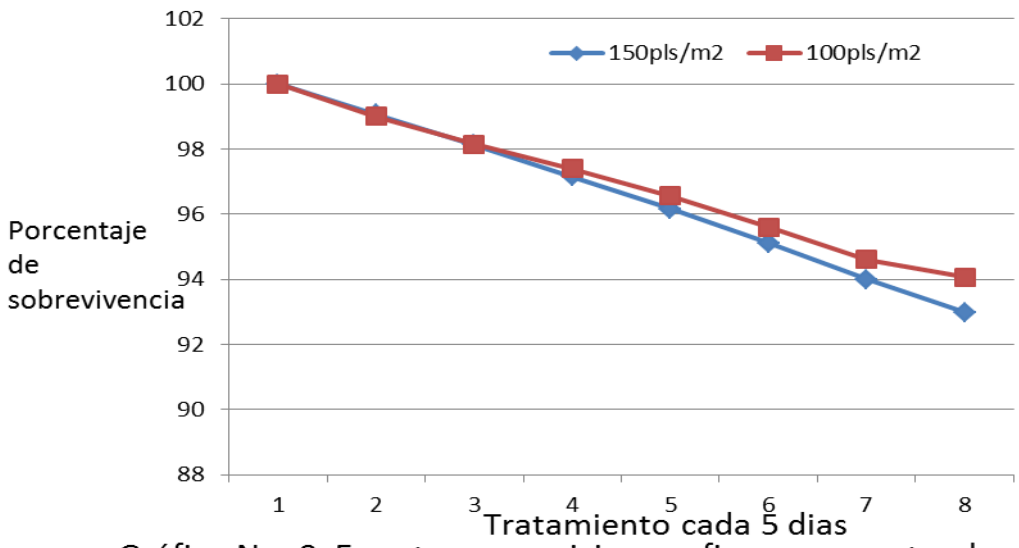


Gráfico No. 9 En esta composicion grafica se presentan los porcentajes de sobrevivencia de los camarones blancos del pacífico cultivados a dos densidades de siembra 100pls/m^2 y 150pls/m^2

FACTOR DE CONVERSIÓN ALIMENTICIO (FCA)

En el gráfico 10, podemos observar el Factor de Conversion Alimenticio en ambos tratamientos, comenzando con FCA=5 para el tratamiento de 150plsm^2 y FCA=3.8 para el tratamiento de 100plsm^2, tomando forma decreciente hasta llegar a FCA=3.9 para 150pls/m^2 y FCA=3.2 para 100pls/m^2.

En sistema hiper-intensivo el factor de conversión alimenticia varía de 1,5–2,6 (ANÓNIMO12). Se concluye que los valores expresados por Herrera, si bien son aceptables para el ciclo productivo, debe entenderse que se refieren a individuos con pesos superiores a 2 gramos.

En este experimento los FCA son mayores debido a que los camarones se alimentaron al libitum en las primeras 3 semanas.

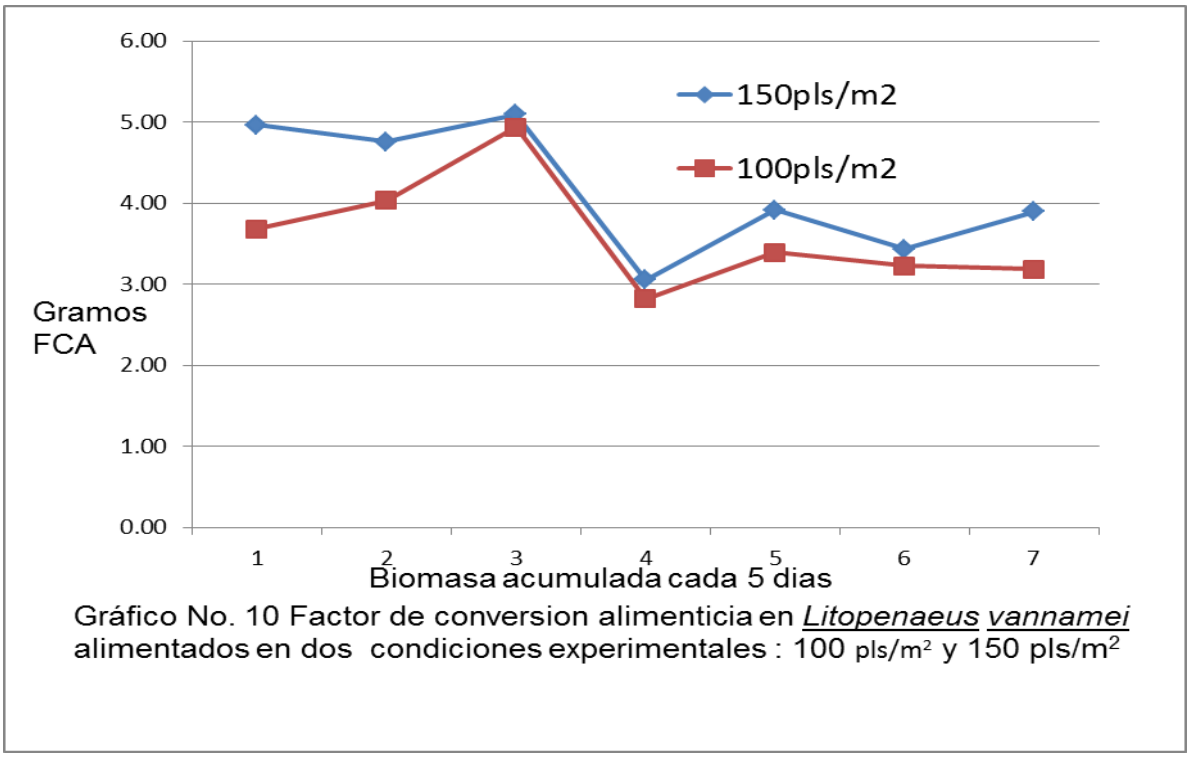


Gráfico No. 10 Factor de conversion alimenticia en *Litopenaeus vannamei* alimentados en dos condiciones experimentales : 100 pls/m^2 y 150 pls/m^2

VII. CONCLUSIONES

En el análisis de los resultados obtenidos en la realización de este trabajo experimental hemos concluido que:

1. Los factores ambientales para ambos tratamientos variaron entre los intervalos siguientes: el Oxígeno disuelto entre los 4.3mg/L y 9.8mg/L. La temperatura del agua varió entre los 26 ^{o}C y los 31 ^{o}C. la salinidad entre 29 S‰ y 38 S‰ y el pH vario entre 6,8 y 8.5. Los factores ambientales no incidieron de forma negativa en el crecimiento de los camarones *Litopenaeus vannamei*.

2. Durante el cultivo se presentó un ritmo de crecimiento más pronunciado en el estanque del tratamiento 100pls/m^2 siendo éste aproximado a 0.80 gramos semanal, y el tratamiento 150pls/m^2 con un aproximado de 0.29 gramos semanal. Al final del tratamiento el crecimiento acumulado fue mayor el del tratamiento 100pls/m^2 con un crecimiento final de 2.3gr y para el tratamiento de 150pls/m^2 un crecimiento de 1.6 gramos. La tasa de crecimiento en los camarones sembrados a 100pls/m^2 tuvo un valor -2 y para el tratamiento de 150pls/m^2 de 1.

3. Con respecto a la sobrevivencia al final de la investigación se obtuvo una sobrevivencia de 94% para el tratamiento 100pls/m^2 siento esta mejor que la del tratamiento 150pls/m^2 que se concluyó con una sobrevivencia de 93%. El rendimiento productivo en el tratamiento 100pls/m^2 fue de 2,708 lb/ha. en el tratamiento 150pls/m^2 2,981 lb/ha, para camarones de este peso. El Factor de Conversión Alimenticia (F.C.A) en los camarones de los dos tratamientos para 100pls/m^2 fué 3.2 y 150pls/m^2 fué 3.9.

Concluimos según la hipótesis planteada que los factores ambientales no afectaron con el crecimiento de los camarones, sin embargo, la densidad fue de gran intervención, ya que al final del proceso la pila de 100pls/m^2 resultó más favorable que la de 150 pls/m^2, dándonos mejor rendimiento productivo.

VIII. RECOMENDACIONES

- En sistemas de producción como este (híper intensivo) se recomienda realizar monitoreos diarios, de los parámetros físico – químicos para tomar decisiones correctivas en el manejo del estanque si este llegara a presentar problemas.

- Evitar someter a las postlarvas de camarón a condiciones estresantes durante los muestreos.

- Es recomendable hacer uso de las buenas prácticas acuícolas para obtener mejores resultados evitando enfermedades contagiosas.

- El alimento se debe mantener en un lugar seco, limpio y con buena ventilación para evitar la entrada de algún patógeno por medio de él.

- Se debe ir ajustando el tamaño del pellet (alimento) con forme el organismo va creciendo, esto para aprovechar al máximo su consumo.

IX. BIBLIOGRAFÍA

1. ANONIMO 1. [en línea] <http://online.ucn.cl/files/bidoc/MANUAL1_PAUTA_UCN_Digitalizacion_Tesis.pdf > [Consulta 12 de mayo 2012]

2. ANONIMO 2 [en línea]. aulaciencia@adinet.com.uy. http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/

3. ANONIMO 3. Rev. electrón. vet. http://www.veterinaria.org/revistas/redvet - http://revista.veterinaria.org. Vol. 10, Nº 10, Octubre/2009 – http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n101009.html

4. ANONIMO 4 ,Rev. Nicovita, , volumen 3, Edición 5, Mayo 1998. Pág. 1,2,3,4,5 http://www.nicovita.com.pe/cdn/Content/CMS/Archivos/Documentos/DOC_108_1.pdf

5. ANÓNIMO 5. 2004 [en línea]

   http://www.panoramaacuicola.com/noticias/2004/03/18/estrategias_de_alimentacion_en_el_cultivo_intensivo_de_camarones_peneidos_litopenaeus_vannamei_en_tumbes_peru.html

6. (ANÓNIMO 6)

   http://www.nicovita.com.pe/cdn/Content/CMS/Archivos/Documentos/DOC_66_1.pdf

7. (ANÓNIMO 7) http://www.revistaciencias.unam.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=612%3Ala-camaronicultura-en-mexico&catid=77&Itemid=48

8. (ANÓNIMO 8) http://es.wikipedia.org/wiki/Ciclo_del_nitr%C3%B3geno

9. (ANÓNIMO 9) http://www.emagister.com/curso-acuicultura-sistemas-modos-produccion/sistemas-acuicultura.

10. (ANÓNIMO 10)
http://www.zeiglerfeed.com/product_literature/aquaculture%20literature_shrimp%20growout/Growout%20Matrix_SP.pdf

11. (ANÓNIMO11)
http://digeset.ucol.mx/tesis_posgrado/Pdf/Humberto%20Manzo%20Delgado.pdf)

12. (ANÓNIMO12)
http://www.ecured.cu/index.php/Camar%C3%B3n_blanco_del_Pac%C3%ADfico#Intensiva

13. (ANÓNIMO 13)
http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/Estudios_promercado/CAMARONICULTORES.pdf

14. (ANÓNIMO 14)
http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/8765/1/04_molina.pdf

15. (ANÓNIMO 15)
http://www.revistaaquatic.com/aquatic/art.asp?t=h&c=73

16. (ANÓNIMO 16)
http://www.nicovita.com.pe/cdn/Content/CMS/Archivos/Documentos/DOC_108_1

17. **Agarwal, R. and Mukhtar,** 1996. Cancer chemoprevention by polyphenols in Green Tea and Artichoke. In: Dietary Phytochemicals in Gancer prevention and treatment. Adv. Experim. Med. Biol. 401:35.

18. **Akiyama, D. & Chwang, N**. 1999. Requerimientos nutricionales del camarón y manejo de cultivo. Avances en Nutrición Acuícola III: 479-491.

19. **Akiyama D. and Dominy W**. 1989. Penaeid shrimp nutrition for the commercial feed industry. American Soybean Association, 15/1/89 Vol. 3 AQ 18, 50 pp.

20. **Auro A.A Y Ocampo C.L.** 2006. El libro del camaron. México. Pág. 11

21. **Chamberlain**, G. 2001 feed additives. The Advocate. 4:61-65.

22. **Herrera C, Martínez E**, 2009. Guía para el componente curricular camaronicultura de la carrera de ingeniería acuícola. UNAN- León, León, Nicaragua. Pág. 13, 40, 41, 50, 51, 61, 62, 67

23. **Herrera C**, 2011, Folleto sanidad guía actual. Unan Leon, León, Nicaragua pág. 70, 71, 79, 80, 88, 105,106

24. **Herrera, C**. 2012. Componente Curricular de Calidad de agua. Carrera de Ingeniería Acuícola. UNAN- León, León, Nicaragua. Pág. 6, 7

25. **Herrera, C.** 2012. Folleto de Larvicultura. UNAN- León, León, Nicaragua. Pág. 18

26. **Herrera, C**. Mayo 2012. Factores físicos y químicos del agua de los estanques camaroneros. UNAN - león, León, Nicaragua. pág. 1, 2

27. **Lim, C. and D. M. Akiyama**. 1998. "Nutrients requirements of penaeidae shrimp". Tropical Aquaculture Research Unit, Hawaii. American Soybean Association: 60-72

28. **Martínez, E**. 2011. Folleto Ecofisiología de organismos acuícolas. Ingeniería Acuícola. Facultad de Ciencias y Tecnología, UNAN-León. León Nicaragua. Pág. 1, 2.

29. **Martínez E**. 2012 (A) CRECIMIENTO Y DESARROLLO. UNAN- León, León, Nicaragua. Pág. 1, 4, 5

30. **Muñoz J**. 2009. Cultivo de camarón blanco Litopenaeus Vannamei en dos densidades de siembra en estanques de concreto. Utilizando sistemas intensivo sin aeración en Las peñitas, León, Nicaragua.Pág. 8, 9, 14, 16.

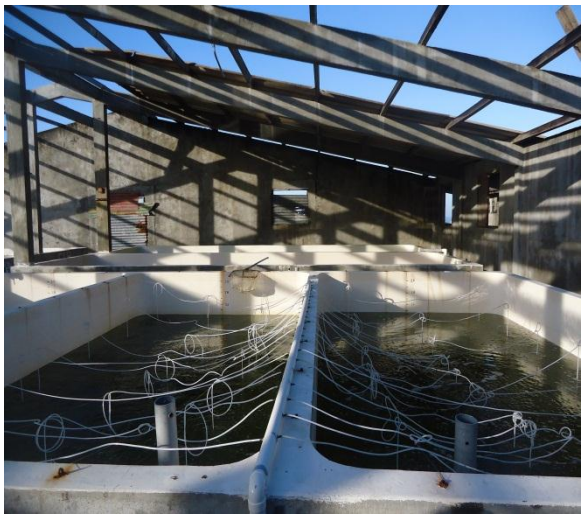
31. **Rayo F**. 2009. Comparación de dos tipos de sistema de cosecha de camarones de cultivo empleado en nicaragua y valorado en planta de proceso. Tesis UNAN – León, León, Nicaragua. Pág. 4, 11.

32. **Tizol R., Barbarito J., Raico L., Perez L., Machado R., Silveria R**. 2004. INTRODUCCION EN CUBA DEL CAMARON BLANCO DEL PACIFICO L. vannamei. Cuba. Pág. 3

33. **Urey E**. 2009. Evaluación del crecimiento y rendimiento productivo de los camarones Litopenaeus vannamei en los estanques manejados con sistema intensivo en la granja camaronera Salinita, Poneloya, en el periodo de Abril a Septiembre. Tesis UNAN- León, León, Nicaragua Pág. 14.

ANEXOS

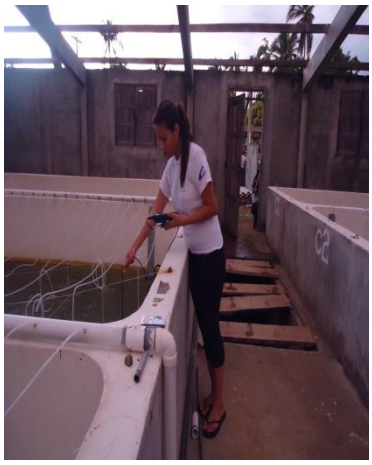
Ubicación del área de estudio y dispositivo experimental



Parametros físico químicos

pH

Salinidad



Oxígeno y Temperatura

Parámetros poblacionales

Peso

Análisis Externo

Probiótico

Ajo

Alimentación

Tabla No. 1 Base de datos de parámetros poblacionales obtenidos durante el proceso donde se experimentaba con 100/m^2

Muestreo	Nt	Sobrv	Peso gr	RC	TC	Biomasa acumulada	Biomasa semanal	Alimento por día	Alimento semanal	Alimento acumuulado	FCA	RP
1	1500	100	0.015			22.5		16	80			
2	1485	99	0.043	0.028	36.20	63.9	41.4	31	155	235	3.68	33.0
3	1472	98	0.083	0.04	27.11	122.2	58.3	51.6	258	493	4.03	93.8
4	1461	97	0.11	0.027	21.43	160.7	38.5	60.2	301	794	4.94	179.4
5	1448	97	0.47	0.36	19.11	680.7	520.0	225.6	1128	1922	2.82	236.0
6	1434	96	0.72	0.25	6.53	1032.5	351.8	315.9	1579.5	3501.5	3.39	999.5
7	1419	95	1.3	0.58	2.88	1844.7	812.2	491.4	2457	5958.5	3.23	1516.1
8	1411	94	2.1	0.8	-2.21	2963.1	1118.4	696.1	3480.5	9439	3.19	2708.8

Tabla No. 2 Base de datos de parámetros poblacionales obtenidos durante el proceso donde se experimentaba con 150/m^2

Muestreo	Nt	Sobrv	Peso gr	RC	TC	Biomasa acumulada	Biomasa semanal	Alimento por día	Alimento semanal	Alimento acumuulado	FCA	RP
1	2250	100	0.015			33.8		24	120			
2	2229	99	0.036	0.021	36.19	80.2	46.5	55.7	278.5	398.5	4.97	49.6
3	2208	98	0.067	0.031	28.64	147.9	67.7	61	305	703.5	4.76	117.8
4	2186	97	0.1	0.033	23.28	218.6	70.7	82.2	411	1114.5	5.10	217.2
5	2163	96	0.37	0.27	19.91	800.5	581.9	266.4	1332	2446.5	3.06	321.0
6	2140	95	0.48	0.11	8.57	1027.2	226.7	315.8	1579	4025.5	3.92	1175.4
7	2115	94	0.96	0.48	6.37	2030.4	1003.2	589.6	2948	6973.5	3.43	1508.4
8	2092	93	1.23	0.27	0.37	2573.2	542.8	611.6	3058	10031.5	3.90	2981.5

Tabla No. 3 Ejemplo de una tabla de alimentación utilizada en el experimento.

Fecha	Semana	Población	Sobrevivencia	Peso Promedio	biomasa	% peso	alimento diario	alimento semanal

Tabla No. 4 Ejemplo de una hoja de parámetros físico químicos utilizada en el experimento.

Fecha	Hora	OD	Temperatura	Salinidad	Ph
	6:00 am				
	6:00 pm				
	6:00 am				
	6:00 pm				