Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua

UNAN-León

Facultad de Ciencias y Tecnología

Departamento de Biología

Carrera Ingeniería Acuícola

Previo para optar al título de Ingeniera Acuícola

Tema:

Comparación del crecimiento de camarón *Litopenaeus vannamei* bajo dos condiciones de cultivo: siembra directa e invernadero.

Autor

Br. Jarenis de los Angeles Rugama Velásquez

León, 22 de Junio del 2015

“A la libertad por la Universidad”

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua

UNAN-León

Facultad de Ciencias y Tecnología

Departamento de Biología

Carrera Ingeniería Acuícola

Previo para optar al título de Ingeniera Acuícola

Tema:

Comparación del crecimiento de camarón *Litopenaeus vannamei* bajo dos condiciones de cultivo: siembra directa e invernadero.

Autor

Br. Jarenis de los Angeles Rugama Velásquez

Tutor

Dr. Evenor Martínez González

León, 22 de Junio del 2015

"A la libertad por la Universidad"

RESUMEN

La industria del camarón *Litopenaeus vannamei* actualmente busca alternativas de mejora continua, esto con el fin de obtener camarones sanos y con un mejor crecimiento. El sistema de cultivo (extensivo, semi-intensivo, intensivo, híper-intensivo y multifásicos) puede mejorar el control de las densidades y el tratamiento de enfermedades, estos sistemas de cultivo dependiendo de su densidad tienen más de una etapa de producción, en que a medida que crece el camarón se dan cambios y se trasladan de un estanque a otro. Con este experimento se pretende comparar el crecimiento de camarones *Litopenaeus vannamei* bajo dos condiciones de cultivo: siembra directa e Invernadero. Este experimento constó con 2 tratamientos (T1: siembra directa y T2: invernadero) con tres repeticiones cada uno, se midieron factores físico-químicos (Oxígeno Disuelto, Temperatura, pH y salinidad) y parámetros poblacionales (Crecimiento Acumulado, Ritmo de Crecimiento, Tasa de Crecimiento, Sobrevivencia, Factor de Conversión Alimenticia y Rendimiento Productivo) en un periodo de 25 días. Los resultados obtenidos de Oxígeno disuelto en T1 fue entre 3.56 mg/L a 7.1 mg/L y en T2 de 1.94 mg/L a 6.02 mg/L, la Temperatura en T1 de 26.8°C a 29.9 °C y en T2 de 31.7°C a 35.5°C, el pH en T1 y el T2 fue de 7.5 a 8.3 y la Salinidad en T1 de 31 S‰ a 37.3 S‰ y T2 de 30.6 S‰ a 38.6 S‰. En los parámetros poblacionales el Crecimiento acumulado en T1 fue de 2.45 gr y en T2 de 2.66 gr, el Ritmo de Crecimiento en T1 fue de 0.21 gr a 0.71 gr y T2 fue de 0.32 gr a 0.57 gr. La Tasa de Crecimiento final en T1 fue de -5.77 gr y en T2 -7.1 gr. La Sobrevivencia en T1 y T2 fue de 100%. El Factor de Conversión Alimenticia final en el T1 fue 1.7 Lbs y en T2 fue 2.0 Lbs. El rendimiento productivo final en T1 fue de 1,943 Lbs/ha y en T2 fue de 2,109 Lbs/ha. Al finalizar el experimento y haber realizado el análisis estadístico se obtuvo ($p>0.05$), siendo el valor critico de una y dos colas mayor que el estadístico t se acepta la hipótesis nula la cual indica que el crecimiento de los camarones es similar al utilizar la técnica de siembra directa en comparación con la técnica de invernadero.

.

DEDICATORIA

Primeramente a DIOS ya que es el que me ha brindado las fuerzas y la sabiduría para realizar este trabajo monográfico y así aprender mucho más de este campo y que también sea útil para los productores.

A mi madre en segundo lugar, por ser mi soporte, mi apoyo y mi ayuda incondicional, por brindarme las mejores condiciones para estudiar y darme sus consejos.

A mis queridos profesores en tercer lugar, por sus consejos, su paciencia y su enseñanza, porque siempre estuvieron pendientes de mi aprendizaje y por compartir cada conocimiento y momento de su vida.

A mis compañeros en último lugar pero no menos importante, porque fueron vitales en todas las prácticas y a los futuros ingenieros que hoy quedan estudiando, espero esta monografía les sea de ayuda en etapas de su desarrollo en esta preciada carrera.

AGRADECIMIENTO

Gracias a DIOS por haber permitido que culminara mis estudios universitarios con éxito, gracias a Él tuve el coraje, la sabiduría, la gracia, la creatividad y el entusiasmo siempre de seguir adelante.

Mis infinitas gratificaciones a la más hermosa mujer, que es mi madre, por ser fuerte y valiente, por guiarme en el mejor camino, por dar todo cuanto podía.

A mis demás familiares, que en todo momento estuvieron brindando su apoyo, animándome y cuidándome, a mis amigos y amigas, compañeros y compañeras que hicieron de esta etapa una hermosa trayectoria universitaria, gracias por todo.

ÍNDICE

PÁG

I. INTRODUCCIÓN ---- 1
II. OBJETIVOS ---- 4
III. HIPÓTESIS ---- 5
IV. LITERATURA REVISADA ---- 6
4.1. Clasificación taxonómica del camarón *Litopenaeus vannamei* ---- 6
4.2. Fisiología del camarón respecto a la temperatura ---- 9
4.2.1. Temperatura y velocidad del crecimiento ---- 11
4.2.2. Temperatura y desnaturalización de proteínas ---- 12
4.3. Sistemas de cultivo de camarones ---- 13
4.4. Calidad de agua ---- 20
4.4.1. Oxígeno disuelto ---- 22
4.4.2. Temperatura ---- 24
4.4.3. pH (Potencial de Hidrógeno) ---- 26
4.4.4. Salinidad ---- 28
4.5. Parámetros poblacionales ---- 30
4.5.1. Crecimiento acumulado ---- 30
4.5.2. Ritmo de crecimiento ---- 31
4.5.3. Tasa de crecimiento ---- 31
4.5.4. Sobrevivencia ---- 32
4.5.5. Factor de conversión alimenticia ---- 32
4.5.6. Rendimiento productivo ---- 33
4.6. Alimentación ---- 34
4.7. Recambio de agua ---- 36
V. MATERIALES Y MÉTODOS ---- 38
5.1. Ubicación del experimento ---- 38
5.2. Dispositivo experimental ---- 38
5.3. Diseño experimental ---- 40
5.4. Aclimatación y siembra ---- 41
5.5. Factores físicos-químicos ---- 41

5.5.1. Oxígeno disuelto ---- 41
5.5.2. Temperatura ---- 41
5.5.3. pH ---- 41
5.5.4. Salinidad ---- 42
5.6. Parámetros poblacionales ---- 42
5.6.1. Crecimiento acumulado ---- 42
5.6.2. Ritmo de crecimiento ---- 43
5.6.3. Tasa de crecimiento ---- 43
5.6.4. Sobrevivencia ---- 43
5.6.5. Factor de conversión alimenticia ---- 43
5.6.6. Rendimiento productivo ---- 44
5.7. Régimen de alimentación ---- 44
5.8. Recambio de agua ---- 44
5.9. Manejo de datos y análisis estadístico ---- 44
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN ---- 46
6.1. Factores físicos-químicos ---- 46
6.1.1. Oxígeno disuelto ---- 46
6.1.2. Temperatura ---- 47
6.1.3. pH ---- 48
6.1.4. Salinidad ---- 49
6.2. Parámetros poblacionales ---- 50
6.2.1. Crecimiento acumulado ---- 50
6.2.2. Ritmo de crecimiento ---- 52
6.2.3. Tasa de crecimiento ---- 53
6.2.4. Sobrevivencia ---- 54
6.2.5. Factor de conversión alimenticia ---- 55
6.2.6. Rendimiento productivo ---- 56
VII. CONCLUSIONES ---- 57
VIII. RECOMENDACIONES ---- 58
IX. BIBLIOGRAFÍA ---- 59
X. ANEXOS ---- 64

I. INTRODUCCIÓN

La crianza de camarón es uno de los sectores de la acuicultura con más rápido crecimiento en Asia y Latinoamérica, y recientemente en África. La rápida expansión de la crianza de camarón ha generado ingresos substanciales para muchos países en desarrollo, así como para los países desarrollados, pero viene acompañada por una creciente preocupación sobre los impactos ambientales y sociales.

La camaronicultura se ha desarrollado en los últimos años como una actividad económica. En nuestro país casi todas las empresas camaroneras y parte de las cooperativas han desarrollado un sistema de producción de manejo semi-intensivo, que ha dado como resultado la introducción de técnicas utilizadas en otros países, así como de equipo y personal calificado. Se han formado técnicos nacionales cuya formación ha sido reciente, pero con ayuda de manuales y con algunos programas de capacitación, han salido adelante demostrando capacidad, responsabilidad y dedicación al trabajo. (Herrera y Martínez, 2009)

Es importante resaltar que una empresa camaronera o un conjunto de cooperativas buscan la sobrevivencia y el crecimiento del camarón para comercializar a un buen precio un producto de calidad, en la industrias camaroneras del país muchas veces se obtiene un bajo rendimiento productivo en comparación a la siembra esto se debe al manejo y técnicas empleadas en el cultivo.

La principal amenaza para el desarrollo de la industria camaronera son las enfermedades infecciosas especialmente las causadas por virus, aunque existen cerca de 20 virus reconocidos para camarones peneidos, únicamente cuatro tienen importancia económica para la industria acuícola: YHV (Yellow Head Virus), WSSV (White Spot Syndrome Virus), IHHNV (Infectious Hematopoyetic Hypodermic Necrosis virus) y TSV (Taura Syndrome Virus). (Herrera [b], 2012)

La Mancha Blanca causada por el WSSV, es hasta el momento la más devastadora enfermedad reportada para camarones peneidos cultivados, ésta presentándose y atacando cualquier estadio del camarón inhibiendo así el crecimiento provocando altas mortalidades y grandes pérdidas económicas. (Herrera [b], 2012)

El funcionamiento de un sistema de cultivo intensivo como una salida consistente ha sido un gran reto para los productores de camarón en los últimos años. Entre otros, la producción de todo el año depende de la densidad de siembra del camarón y manejo cuidadoso de la alimentación para maximizar el crecimiento y la sobrevivencia. (Mishra *et al*, 2008)

Con un sistema de invernaderos las variables sobrevivencia y peso pueden ser modificadas porque hay un mejor control en sus primeros estadios, con dietas más rigurosas y manteniendo la temperatura en un mismo valor volviendo a los virus y otras enfermedades menos fuertes y así no puedan atacar las etapas o estadios en que los camarones son más susceptibles.

Una de las alternativas para el mejoramiento en la producción y control del WSSV es en el uso de invernadero ya que el virus de la mancha blanca a temperaturas de 33 °C no provoca la muerte del camarón (*Litopenaeus vannamei).* (Herrera [b], 2012)

Un sistema de cultivo en fases de camarones son los que tienen más de una etapa de producción, en que a medida que crece el camarón se dan cambios en la densidad y se mueven de una etapa de producción a otro. Este tipo de sistema puede mejorar el control de las densidades y el tratamiento de enfermedades, reducir el daño causado por depredadores y disminuir el alimento no consumido, facilita el monitoreo de la tasa de sobrevivencia, dar un uso más eficiente de la tierra, y potencialmente conducir a un mayor número de cosechas por año con incremento en la eficiencia biológica (como la tasa de crecimiento, tasa de mortalidad, tasa de conversión alimenticia, y el peso promedio final de camarón cosechado) son constantes que no varían en los sistemas de producción de que se trate. (Wang y Leiman, 2000)

II. OBJETIVOS

Objetivo General

Comparar el crecimiento de camarones *Litopenaeus vannamei* bajo dos condiciones de cultivo: siembra directa e invernadero.

Objetivos Específicos

1. Verificar que los factores físicos-químicos (oxígeno disuelto, temperatura, pH y salinidad) no son diferentes significativamente entre repeticiones del mismo tratamiento.

2. Comparar el Crecimiento Acumulado, Ritmo de Crecimiento y Tasa de crecimiento de los camarones *Litopenaeus vannamei* que crecen bajo dos condiciones experimentales: siembra directa e invernadero.

3. Evaluar la Sobrevivencia, Factor de Conversión Alimenticia y Rendimiento Productivo de los camarones blancos del pacífico en experimento.

III. HIPÓTESIS

Ho: El crecimiento de los camarones es similar al utilizar la técnica de siembra directa en comparación con la técnica de invernadero.

H1: El crecimiento de los camarones es diferente al utilizar la técnica de siembra directa en comparación con la técnica de invernadero.

IV. LITERATURA REVISADA

El Camarón blanco *Litopenaeus vannamei* pertenecen a la Familia Penaeidae, presentan cuerpo subcilíndrico, alargado, comprimido con abdomen o cuerpo (pleón) más largo que el cefalotórax o cabeza (cefalón y pereión). Todo el animal está recubierto exteriormente por un exoesqueleto o caparazón (cáscara o tegumento quitinoso) y termina en una nadadera caudal constituida por un par de urópodos y el telson o cola. En el estado adulto y fresco, se distingue por su coloración blanco mate. (Herrera [b], 2009)

4.1 Clasificación taxonómica

La acuicultura se puede dividir en diversas ramas de acuerdo con al grupo taxonómico de las especies que se cultivan en este caso la camaronicultura.

Dentro de la clase Crustácea se incluyen a los camarones peneidos, organismos mandibulados con apéndices birrameos articulados, con dos partes de antenas y caparazón.

Posición taxonómica:

Phylum	
Clase:	Crustácea
Subclase:	MaCrustácea
Súper orden:	Eucarida
Orden:	Decápoda
Suborden:	Natantia
Tribu:	Penaeidaa
Familia:	Penaeidae
Subfamilia:	Penaeinae
Género:	Penaeus
Especie:	Penaeus vannamei

(Zamorano, 1986)

4.1.1 Características

El camarón blanco *Litopenaeus vannamei* es un invertebrado marino que se encuentra agrupado dentro de los artrópodos. Se caracteriza por poseer un tronco compuesto por 14 segmentos más el telson de los cuales los ocho primeros forman el tórax y los últimos seis el abdomen; todos los segmentos portan apéndices, los que se encuentran en el abdomen anterior son llamados pleópodos y son usados para nadar y los posteriores son llamados periópodos y son usados para caminar en el fondo. El cuerpo tiende a ser cilíndrico o comprimido lateralmente, tiene un cefalotórax definido y porta un rostro aserrado con forma de quilla.

Posee un exoesqueleto conformado por quitina que suele ser delgado y flexible. Los camarones se alimentan por filtración en el fondo; presentan una boca en posición ventral y el aparato digestivo se ensancha a lo largo del dorso, para formar una glándula digestiva grande llamada hepatopáncreas que excreta enzimas digestivas. El cordón nervioso se extiende a lo largo del vientre. Su órgano excretor es la glándula antenal que lanza al medio, sustancias de desecho. El sistema circulatorio es abierto, y compuesto por vasos sanguíneos que transportan la hemolinfa la cual posee cobre y acarrea el oxígeno, por la que desarrolla un color azuloso, el oxígeno y el dióxido de carbono es transportado desde y hasta las branquias de donde se realiza el intercambio gaseoso (Ruppert y Barnes, 1996).

4.1.2 Ciclo de vida de los camarones

En el caso de los peneidos las especies desovan frente a las costas, a profundidades que varían aproximadamente de 10 a 80 metros. Los machos depositan en el telico de la hembra los espermatóforos posteriormente la hembra expulsa los huevos (óvulos) los cuales son fecundados al salir de sus cuerpo, los huevos eclosionan al termino de unas horas liberando larvas sencillas y muy pequeñas, los nauplios que representan el primero de los 11 estadios larvales habituales: 5 estadios de nauplio, 3 de protozoea y 3 de mysis.

Las larvas planctónicas son transportadas por las corrientes hacia la costa adonde llegan en un estadio de postlarvas, esto ocurre aproximadamente 3 semanas

después del desove, cuando los animales han alcanzado entre 6 y 14 mm de longitud y presentan ya un aspecto de camarón.

Las postlarvas penetran a los esteros, abandonan su modo de vida planctónico y pasan a formar parte del bentos (organismos del fondo) en las zonas litorales someras o de poca profundidad. En estos fondos, ricos en alimentos, atraviesan una fase de crecimiento alcanzando rápidamente el estado de juvenil, y a medida que aumenta su talla, van regresando gradualmente a las zonas de desagüe de lagunas o de estuarios donde se convierten en sub-adultos. Poco después estos camarones migran mar afuera siguiendo su proceso de crecimiento, para finalmente alcanzar los lugares de reproducción y completar su ciclo de vida. Generalmente las especies de esta familia alcanzan su madurez sexual antes de haber cumplido un año de edad (FAO, 1995)

Imagen N° 1. Ciclo de vida del camarón *Litopenaeus vannamei*

(Ecured, 2014)

4.2 Fisiología de los camarones

El camarón es poiquilotermo y en general, requiere temperaturas tropicales para crecer adecuadamente. La temperatura determina la tasa y el modo de las reacciones bioquímicas y por lo tanto de los procesos biológicos en el camarón y frecuentemente impone el límite para mantener condiciones adecuadas de cultivo. De tal manera, aquel camarón que demuestre independencia del nivel de oxígeno presente en el medio sobrevivirá períodos largos y crecerá a las tasas delimitadas por su tolerancia térmica, su estado fisiológico y/o nutricional. (Ocampo, 2000)

En la mayoría de los organismos marinos, las variables ambientales son determinantes de los cambios fisiológicos. Ante alguna modificación en el ambiente ocurren cambios bioquímicos en los organismos que les permiten mantener la homeostasis con su hábitat. Las respuestas bioquímicas de los organismos a cambios químicos en la composición del agua, van desde ajustes en la permeabilidad de las membranas celulares hasta hiperventilación en branquias. (Alpuche *et al*, 2005)

La interacción entre variables ambientales y la capacidad fisiológica de los organismos para mantener la homeostasis son elementos que deben ser considerados al evaluar los cambios bioquímicos en organismos marinos. Durante su ciclo de vida, los camarones están sujetos siempre a las condiciones ambientales, por tanto, los organismos tienen que mantener el equilibrio dinámico. En este contexto, el estado fisiológico de los organismos es un factor de vital importancia para la evaluación del grado de influencia del ambiente en la biología del organismo.

Los organismos tienen la capacidad de adaptarse dentro de un rango ambiental tolerable o normal en donde la constancia de la actividad biológica, mantenida por flujos de materia y energía constituyen, al final, la causa y efecto del metabolismo. La relación entre organismo-ambiente se mantiene mediante ajustes metabólicos

dentro del organismo, ajustes que obedecen a cambios en la bioquímica y/o fisiología de las especies. (Alpuche *et al*, 2005)

La actividad de las enzimas presentes en el hepatopáncreas, son las que controlan los procesos de digestión y varían por factores como: ayuno, edad y tamaño de los animales, cantidad y frecuencia de alimentación, fuente y nivel de proteína del alimento, estimulantes alimenticios, estadío de muda, y ritmo circadiano. Por otro lado, en crustáceos se ha encontrado que ciertos fenómenos biológicos ocurren rítmicamente alrededor de la misma hora (ritmo circadiano) esto se observó en muchos aspectos, desde bioquímicos relacionados con la concentración de proteínas, aminoácidos libres, ácidos grasos, pigmentos y secreción de enzimas digestivas hasta otros como la actividad alimenticia. (Molina *et al*, 2000)

Cuando el camarón no se alimenta, la energía proviene del catabolismo de los componentes tisulares; mientras que cuando por varios días el camarón no crece, se alcanza un estado de equilibrio denominado de "mantenimiento". De tal manera, el incremento de una unidad da como resultado una proporción de energía, que es retenida en el cuerpo y una proporción, 1-k, que es perdida durante el metabolismo. Sin embargo, durante un día las pérdidas y las ganancias en energía pueden variar significativamente. Los ritmos circadianos y las variables medioambientales afectan el metabolismo, el consumo del alimento, y la actividad del camarón y por ende la eficiencia neta de crecimiento.

Diversos métodos y aproximaciones han sido desarrollados para estudiar el balance entre la cantidad de energía adquirida y transformada por el camarón y han servido como marco para entender las relaciones entre las tasas de alimentación y el crecimiento bajo diversas variables medioambientales. (Ocampo, 2000)

La temperatura es un factor limitante tanto el establecimiento de alta y baja temperatura en límites letales, y un factor determinante de la tasa de crecimiento a través de su impacto en la actividad molecular. En la mayoría de los criaderos y viveros, la regulación de la temperatura se practica si es posible. En los estanques, la temperatura se controla. Esto es habiéndose reconocido que el crecimiento y la

supervivencia se ven fuertemente afectados por este parámetro ambiental. Deficiencia en el crecimiento y la supervivencia a bajas temperaturas son problemas importantes en los EE.UU. (incluyendo Hawái), Panamá, México, China, y otras localidades. (James y Pante, 1992)

4.2.1 Temperatura y velocidad de crecimiento

La velocidad de crecimiento del camarón será mayor cuanto más aumente la temperatura, siempre y cuando las otras variables se mantengan óptimas.

Los efectos biológicos de la temperatura son complejos ya que se encuentran en dependencia con otras variables; y la magnitud de las variaciones de la temperatura afecta la reproducción, crecimiento y sobrevivencia de los camarones.

Al aumentar la temperatura aumenta la actividad hasta un nivel limite y por encima de este puede provocar la muerte del animal conociéndose esto como temperatura letal; pero una disminución de la temperatura también provoca disminución de la actividad fisiológica, apropiada para el transporte y manipuleo tanto de post-larvas como de reproductores; y por debajo de esta temperatura el animal muere. (Talavera *et al*, 1998).

Al aumentar la temperatura, hay aumento de la actividad fisiológica y metabólica del camarón, lo que además implica mayor aumento del consumo de oxígeno e incremento de las necesidades nutritivas, para suplir sus requerimientos energéticos requeridos en las diferentes actividades (locomoción, alimentación, crecimiento, respiración, excreción, etc.).

En ciertos momentos, el aumento de temperatura del agua puede tornarse en un factor crítico debido a que produce disminución de la solubilidad de los gases presentes en ella; en este caso el oxígeno disuelto es escaso y por consiguiente aumenta la demanda por el camarón. (Talavera *et al*, 1998).

4.2.2 Temperatura y desnaturalización de proteínas

La desnaturalización consiste en la pérdida de la estructura terciaria, por romperse los puentes que forman dicha estructura. Todas las proteínas desnaturalizadas tienen la misma conformación, muy abierta y con una interacción máxima con el disolvente, por lo que una proteína soluble en agua cuando se desnaturaliza se hace insoluble en agua y precipita.

La desnaturalización se puede producir por cambios de temperatura, variaciones del pH. En algunos casos, si las condiciones se restablecen, una proteína desnaturalizada puede volver a su anterior plegamiento o conformación, proceso que se denomina renaturalización. (Luque, 2009)

En la estación calurosa y en cultivos con invernaderos, muchas camaroneras intensivas presentan problemas de baja supervivencia y alto Factor de Conversión Alimenticia (FCA). Cuando la temperatura sube a más de 32°C, se observa a menudo, exceso de fitoplancton en la superficie y mortalidad del camarón. (Sánchez *et al*, 2009).

Los Fosfolípidos:

El papel asignado a los fosfolípidos, tales como fosfatidilcolina o fosfatidilinositol en las larvas es aumentar la emulsificación de los lípidos de la dieta en el tracto digestivo, para facilitar la asimilación y su transporte en la hemolinfa. Los fosfolípidos deben contribuir a la absorción intestinal del colesterol y a su transporte, las necesidades de esteroles y fosfolípidos conjuntamente.

El transporte de colesterol necesario, justamente antes de la muda, cuando cesa su alimentación depende de los fosfolípidos almacenados en el hepatopáncreas, obtenidos a partir de la dieta alimentaria y que la oportunidad de este transporte depende de ciertos ácidos grasos específicos. Teniendo en cuenta que las larvas en condiciones normales tienen una alta frecuencia de muda más que la de los adultos, es de importancia que en su alimentación se incluyan esteroles y fosfolípidos en cantidad y proporción adecuada, pero no se debe olvidar que estas sustancias solo deben constituir un complemento, ya que en una cierta proporción

han de venir incluidas en las grasas y proteínas que componen la dieta del organismo. (Espinoza y Labarta, 1987).

4.3 Sistemas de Cultivo

Los cultivos según las especies seleccionadas se desarrollan en diferentes sistemas, dependiendo de la demanda del producto en el mercado, de la clase de especie que se trate, del sitio donde se lo quiera desarrollar, etc. En general, se mencionan en acuicultura cuatro sistemas principales de cultivo. En relación íntima con la densidad de siembra utilizada (cantidad de animales vivos por hectárea o por metro cúbico). De acuerdo a la premisa señalada, se conocen los sistemas: extensivo, semi-intensivo, intensivo, híper-intensivos (Martínez *et* al [a], 2013) y multifásicos (Wang y Leiman, 2000)

4.3.1 Sistema Extensivo

Es el cultivo más simple y se aplica principalmente en los grandes embalses. La alimentación de la especie solo depende de la base alimentaria natural del agua.
Se basa en la siembra de camarones a baja densidad, hasta 2-4 camarones por metro cuadrado. El tamaño y alcance de las repoblaciones depende de la disponibilidad de alimento natural en el embalse.

Este cultivo está sujeto a las variaciones del clima, así como al tipo de explotación que se realice del agua. Las capturas dependen, entre otros factores, de la disponibilidad de larvas silvestres. (Martínez *et* al [a], 2013).

Con esto se logra una sobrevivencia del 57% y un incremento en peso (g/semana) de 0.55. El peso promedio de la postlarvas de 0.37 g, con una duración del ciclo de cultivo de 155 días, tiempo que permite obtener camarones con un peso promedio final de 13.5 g, el cual es vendido entero en el mercado nacional. Los rendimientos promedio fluctúan entre 13 y 500 kg/ha, con una media de 157, muy por debajo del nivel requerido para obtener una buena rentabilidad económica y financiera que es de 400 kg/ha.

En este modelo no se aplican tecnologías sofisticadas durante el proceso productivo, por lo general, la infraestructura es simple y consiste en la construcción de un borde perimetral y una estructura para colocar de 1 a 2 bombas de 24 a 30" cada una. Los costos de construcción en estos estanques se reducen al aprovechar la topografía del terreno. En algunos casos se construyen canales interiores para favorecer el drenaje y desalojo del agua durante la cosecha. No se utilizan equipos para el registro de los parámetros físico-químicos u otro equipo de laboratorio. (Arredondo, 2002)

La aplicación de fertilizantes (NPK 12-24-12) se ha venido ofreciendo a una tasa de 40Kg/ha/mes con un recambio del 5%/diario, algunas granjas utilizan aun este método de aplicación. (FAO, 1991)

4.3.2 Sistema Semi-intensivo

Este sistema de cultivo, practicado en estanques, se basa en la siembra de organismos en monocultivo o policultivo a densidades bajas a medias, hasta 5-20 camarones por metro cuadrado, según las peculiaridades de cada sitio.

A diferencia del extensivo, donde los animales sólo consumen el alimento natural disponible, en este cultivo la alimentación natural se ve mejorada por la fertilización artificial mediante la aplicación de fertilizantes orgánicos (excretas animales, composta, etc.) e inorgánicos (urea, nitrato de amonio, superfosfato, etc.), lo que permite incrementar la diversidad de especies y aprovechar toda la columna de agua. Es un sistema de siembra-fertilización-cosecha, que requiere de una atención sistemática. Se practican en forma similar a la extensiva pero en estanques construidos por el hombre, en donde se complementa la alimentación con alimento artificial. (Martínez *et al* [a], 2013)

El peso promedio de la postlarvas es de 0.085 g, con una duración promedio del ciclo de pre-engorde de 45 días, lo que permite obtener camarones con un peso promedio final de 1.7 g, el cual se considera listo para ser introducido en los estanques de engorde. La alimentación balanceada se suministra en forma diaria

variando del 3 al 29% de la biomasa total y se aplica al inicio del cultivo fertilización química y después una vez cada semana, se agrega urea y superfosfato triple, en una relación 6:1.

La segunda fase se inicia con la transferencia de los juveniles de los estanques de pre-engorde, los cuales se aclimatan durante un tiempo que varía desde los 50 minutos hasta las seis horas dependiendo de las condiciones de calidad de agua de los estanques, con una densidad que varía desde 0.4 hasta 30 organismos/m2, una supervivencia del 58% y un incremento en peso semanal de 0.78 g. La duración del ciclo de cultivo es de 147 días, lo que permite obtener camarones con un peso promedio final de 16.2 g. Esta tecnología se caracteriza por el empleo de estanques de diferentes dimensiones, generalmente entre 5 y 15 ha, considerando la utilización de fertilizantes y recambio de agua. (Arredondo, 2002)

Se prevee utilizar una tasa de fertilización de 20 a 40 kg/ha, con una utilización de 30/kg/mes de fertilizante inorgánico y una tasa de recambio de agua de 10 a 20%. (FAO, 1991)

4.3.3 Sistema Intensivo

Este es el cultivo que presenta más exigencias, debido a las altas densidades a que se trabaja, pudiendo alcanzar desde 20 a 60 camarones por metro cuadrado. En correspondencia con esto, los rendimientos son elevados. En este caso, la alimentación que reciben los camarones es totalmente artificial, mediante piensos concentrados peletizados; en algunos casos los requerimientos tecnológicos son también superiores, necesitándose el uso de aireadores para mantener niveles de oxígeno adecuados, mayor recambio del agua, etc.

Por lo general, estos cultivos se realizan con una sola especie. Se efectúa con fines comerciales en estanques construidos, en sistemas de cascada (Raceways), en canales abiertos o en jaulas situadas en los embalses.

.

Se realiza un control permanente de la calidad de agua. La alimentación básicamente es concentrada, con bajos niveles o nulos de fertilización.

Se caracteriza por:

· Aporte complementario de alimento externo ración

· Mayor densidad y del caudal de renovación del agua

· Mayor control de la producción

· Mayor control y regulación tanto del ciclo biológico de la especie a cultivar como de los factores ambientales

- Empleo de altas densidades de individuos, cultivados con aporte exógeno de alimento

· Las instalaciones son de menor superficie, requiriéndose grandes modificaciones del medio para la construcción de estanques, sistemas de bombeo y tratamiento del agua, sistemas de aireación, mecanismos para el aporte de alimento, etc.

· Precisa del empleo de tecnología muy avanzada y de elevadas inversiones, tanto en instalaciones como en gastos de explotación. (Martínez *et al* [a], 2013).

La densidad final esperada de este sistema es de 10 a 30 animales/m^2; la mortalidad prevista es del 25% en los 105 días de cultivo. El uso de fertilizantes oscilará entre 20–40 kg/ha/mes, estimando una utilización de 20 kg/ha/aplicación, el alimento será suministrado dos veces por día, se realizará un recambio de agua del 10 al 20% y se utilizarán aireadores 24 horas al día. (FAO, 1991)

4.3.4 Sistemas híper-intensivos

En este tipo de sistema la densidad supera los 60 camarones/m^2, siendo este un sistema más tecnificado, con mayor demanda de alimento, y aireación. En cuanto a los resultados de producción, en promedio hay un incremento del 42%, en este tipo de cultivo es mejor cosechar organismos con 12-13 gr, de peso, esto entre otras cosas por las altas densidades que se manejan.

En el caso de la sobrevivencia es de 78.7%, muy superior a los años anteriores, además de que en los ciclos largos se pueden presentar problemas que afectan este factor. El crecimiento promedio semanal es de 1.0 gr. (Palomares *et al*, 2011)

4.3.5 Sistemas multifásicos

Los sistemas de engorde multi-fases en camarones tienen una considerable ventaja sobre los convencionales o sistemas de una sola etapa. Un sistema de camarones multi-fases tiene varias etapas de producción en el que ocurren cambios en la densidad y el camarón crece en tamaño y se pasa de una etapa de producción a otra. La densidad de siembra de camarón (Camarón: m2) se encuentra en su punto más alto cuando las post larvas de camarón se introducen en la primera fase de la producción y se reduce cada vez que el camarón se transfieren a las etapas posteriores. El uso de múltiples etapas en lugar de los sistemas de producción de una sola etapa ha sido considerado por numerosos autores.

Los sistemas de producción de camarón de múltiples etapas puede mejorar el inventario de existencias, tratamiento de control y de la enfermedad, reducir el daño de los depredadores y su alimentación, además aliviar la dificultad de la tasa de supervivencia de vigilancia, proporcionar un uso más eficiente de la tierra, y potencialmente llevar a un mayor número de cosechas por año. (Wang y Leiman, 2000)

Estructura del invernadero:

La estructura consiste en un sistema de vigas que sostiene el plástico térmico que recubre a la piscina atada por cabos. El plástico retiene el calor y el agua puede ser mantenida a una temperatura estable de 33°C, esta temperatura detiene el desarrollo del virus de la mancha blanca porque a temperaturas de 33°C o más no son óptimas en su crecimiento. Si la temperatura del agua llegase a sobrepasar los 35°C se abren las compuertas plásticas para permitir que el calor salga y disminuir la temperatura a 33°C. El plástico térmico es la parte más costosa de la estructura, y se utiliza en una cantidad 10% superior a la superficie de la piscina esta para recubra los bordes de las piscinas (denominada también espejo de agua). La vida útil del plástico está calculada en dos años, y la de los demás materiales en aproximadamente cuatro años. (Martínez *et al* [b], 2013).

Una de las alternativas propuestas para alcanzar estas temperaturas es el empleo de invernaderos. Su utilización implica el empleo de sistemas de cultivo intensivos. Los invernaderos tradicionalmente empleados en agricultura no son directamente aplicables a los cultivos acuícolas. Las características de la atmósfera dentro del invernadero y la temperatura y humedad altas, nos enfrentan a nuevos retos tecnológicos para hacer posible su manejo a escala comercial.

El esquema de cultivo tiene dos fases, procurando aprovechar la capacidad de carga del estanque desde el inicio del cultivo. La primera fase, denominada de precria, ha durado entre 25 y 75 días. La densidad de siembra fluctúa entre 16 ind/m^2 hasta 275 ind/m^2. Los animales de los invernaderos de precria son cosechados y transferidos a estanques con y sin cubierta plástica, para la segunda fase denominada engorde. La segunda fase ha durado entre 42 y 81 días, con un rango en la densidad de siembra entre 25 y 81 ind/m^2. Han realizado cultivos de camarón bajo invernaderos combinados entre cultivos de precria, engorde en invernadero con transferencia y engorde directo sin transferencia. (Calderón y Sonnenholzner, 2002)

En los últimos meses se ha incrementado la construcción de invernaderos para cultivar camarón. Las diferencias más notables en los diseños están basadas en los materiales de construcción, los cuales varían en tipo y calidad. Estamos aún lejos de tener un diseño estándar que garantice una operación adecuada del sistema con una amortización razonable de la inversión. Dentro de la gama de invernaderos los más económicos de construir son los que tienen estructuras de caña gradúa.

Entre los retos que se debe enfrentar se pueden enumerar:
1. El control de la temperatura del agua.
2. El control de las pérdidas de calor.
3. Entender el efecto de la radiación que penetra en el invernadero, en la dinámica del estanque.
4. El costo de construir estanques de 1 a 2 ha de espejo de agua.

Es necesario probar diferentes tipos de plásticos que maximicen la captación de radiación difusa y al mismo tiempo minimicen las pérdidas de calor en la noche. Los plásticos que actualmente se utilizan han sido diseñados para los cultivos de plantas y no para medios como el camaronero. Otro aspecto importante es el exceso de calor retenido por el agua durante la época lluviosa. Fácilmente se excede los 34°C durante los meses de diciembre a junio. Si las temperaturas se mantienen consistentemente sobre los 35°C puede tener efectos negativos en la salud del camarón. Sistemas de ventilación de los invernaderos, que funcionen en forma automática y a bajo costo, será una característica deseable a incorporar en los nuevos diseños.

Aireación:

La aireación en los invernaderos tiene que ser proporcionada por aireadores de paleta o de inyección por *venturi* en capacidades de motor equivalentes a 32 - 40 HP por hectárea. Este caballaje se encuentra dentro de los rangos considerados para cultivos intensivos con biomasas de 6 a 10 TM por hectárea. (Calderón y Sonnenholzner, 2002)

Alimentación:

Los argumentos en este tema de nutrición no son exclusivos a los sistemas de producción con invernaderos, sino más bien son generales a los sistemas intensivos. El rubro alimento balanceado, en los sistemas intensivos, puede significar más del 40% de los costos de producción, por lo que su manejo demanda especial cuidado. La alimentación de los sistemas con invernaderos sí exige atención particular, dado que las condiciones de calor y humedad en el invernadero impone serias restricciones al método manual tradicional de distribuir el alimento. Basados en el contenido proteico, la ración diaria de alimento aumenta en relación inversa con el contenido de proteína y en relación directa con la biomasa individual. (Calderón y Sonnenholzner, 2002).

Importancia de los invernaderos para la acuicultura:

En la cultura más intensiva, los acuicultores a menudo se basan en un sistema de dos fases donde las postlarvas se crían a los menores en una guardería antes de la siembra en estanques de crecimiento, tanques o canales de conducción. Hay una serie de beneficios potenciales asociados con el uso de una fase de invernadero, incluyendo mejor control del inventario de existencias, una mayor uniformidad de camarones de tamaño de mercado en la cosecha, menos depredación, y la capacidad de extender la temporada de crecimiento. Recientemente, los invernaderos intensivos han sido utilizados como una medida de bioseguridad para mitigar la pérdida de cultivos por enfermedades. Por ejemplo, la supervivencia del camarón blanco del Pacífico *Litopenaeus vannamei* infectados por WSSV en estanques de Ecuador se incrementaron hasta en un 16% cuando los estanques fueron sembrados con juveniles criados en una pista de rodadura de bioseguridad y no con postlarvas directamente desde la planta de incubación. El fundamento de esta estrategia se basa, en parte, en la observación de que algunas especies de Litopenaeidos que son menos susceptibles a ciertos patógenos virales a medida que crecen mayor.

Varias estrategias se han empleado para intensificar la producción de invernaderos, incluyendo el uso de alto valor proteico cuando se alimenta, la adición de fertilizantes para promover la productividad natural, y el uso de recirculación de interior caminos de rodadura para un mejor control del medio ambiente. (Moss y Moss, 2004).

4.4 Calidad de agua

Calidad de Agua en acuicultura puede definirse como la conveniencia del agua para el desarrollo de un cultivo acuícola. La calidad del agua incluye todos los parámetros físicos, químicos y biológicos que caracterizan un cuerpo de agua. Todas las especies cultivables requieren de normas de calidad de agua para asegurar su supervivencia, crecimiento o maduración sexual. (Boyd y Fast, 1992).

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.

Algunas características propias del agua de cultivo, limitan fuertemente la producción de camarones y peces, como por ejemplo, la calidad de los minerales disueltos, el pH del agua, la alcalinidad, la dureza; que serán influenciados según el origen de la fuente de agua de abastecimiento e influida por los suelos que esta atraviesa; y por los suelos; así como por los aspectos geológicos y climáticos del sitio elegido. (Herrera [a], 2009)

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

En la definición de un perfil de calidad de agua para el desarrollo del cultivo, los parámetros críticos y los intervalos de valores de dichos parámetros puede variar de acuerdo con los diferentes estados de desarrollo de las especies (larva, juvenil, maduración, desove, etc.).

Con respecto al cultivo de los organismos acuáticos, cualquier característica del agua que afecte de un modo u otro el comportamiento, la reproducción, el crecimiento, los rendimientos por unidad de área, la productividad primaria y el manejo de las especies acuáticas, es una variable de la calidad del agua.

El agua es esencial para la vida de los organismos. Es el elemento que suministra o sostiene todas sus necesidades, especialmente aquellas de respirar, nutrirse, reproducirse y crecer.

El agua del estanque contiene sustancias disueltas conformadas por gas, minerales y compuestos orgánicos, partículas en suspensión integrada por partículas muertas de plantas y animales muy pequeños y el plancton. La composición del agua de un estanque cambia continuamente, dependiendo de los cambios climáticos y de la estación del año y la manera en que se utiliza el estanque. El objetivo de un buen manejo es controlar la composición del agua para lograr las mejores condiciones para organismos de cultivo. (Herrera [a], 2009)

4.4.1 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.

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

Es uno de los parámetros más importantes en la cría de camarones, se cuantifica dos veces al día en la mañana y al atardecer. En los estanques este elemento proviene de recambio de agua, la fotosíntesis y en menor grado del que se disuelve en la superficie del estanque que proviene de la atmosfera.

En la cría de camarones se trata de mantener la concentración del oxígeno superior a 3 mg/L por debajo de este rango el metabolismo del camarón baja, con consecuencias negativas en la sobrevivencia y crecimiento. La pérdida de oxigeno ocurre principalmente por la respiración de todos los organismos aeróbicos del estanque (Herrera y Martínez, 2009).

El medidor de oxigeno debe calibrarse antes y después de haber realizado una serie de mediciones. Sumerja la sonda a una profundidad de un metro o un poco menos. Mueva suavemente la sonda y espere a que el medidor de oxigeno se estabilice y tome nota de la lectura de oxígeno. (Rojas *et al,* 2005)

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

Los sistemas de acuicultura poseen cuatro fuentes principales de oxígeno:

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

El oxígeno puede ser perdido o consumido por:

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

(Boyd y Fast, 1992)

Los camarones respiran el oxígeno molecular (O_2) disuelto en el agua. La concentración de oxígeno en solución en el agua de un estanque puede ser considerada como el parámetro variable más importante en la camaronicultura. De muchas maneras, el nivel de oxígeno en solución es el mejor indicador del estado general del cultivo acuícola. Es importante saber la cantidad de oxígeno en solución en el agua del cultivo y entender los múltiples factores y sus interacciones que determinan e influyen en esta concentración, (Meyer, 2004), los intervalos óptimos

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

Niveles críticos de oxígeno disuelto, para el cultivo de camarón:

0 - 1.3 mg/L Letal

1.3 - 1.7 mg/L Letal con exposición prolongada

1.7 - 3.0 mg/L Pobre conversión de alimento, crecimiento lento, disminución de resistencia a enfermedades si la exposición es continua. (Herrera y Martínez, 2009).

4.4.2 Temperatura

La temperatura es un factor abiótico que regula los procesos vitales para los organismos vivos, así como también afecta las propiedades químicas y físicas de otros factores abióticos en un ecosistema.

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

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

La temperatura del agua varía en pequeños intervalos durante el día debido a la elevada capacidad calorífica (es la energía necesaria para aumentar una unidad de

temperatura) de la misma. En cuerpos de agua profundos las capas inferiores no presentan cambios significativos en la temperatura, las capas afectadas son las superficiales con variaciones de hasta 25°C.

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 25 ºC 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 (Boyd y Tucker, 1998).

La temperatura de agua se mide directamente en el agua del estanque usando un termómetro común o a través de sondas incorporados a los medidores de oxígeno, pH y similares. Se coloca el termómetro en el estanque de tal forma que el extremo de este quede unas pocas pulgadas sumergido en el agua o tome una muestra de agua en un recipiente y mida la temperatura de esta. Espere por un momento a que el termómetro se estabilice antes de registrar la medición. También recuerde anotar la hora de la medición. Asegúrese de usar siempre el mismo termómetro para asegurar consistencia en las mediciones. (Rojas *et al*, 2005)

Principios generales del manejo de la temperatura:

1-Temperatura alta 35°C Aumentar el intercambio de agua, porque la temperatura del canal debe de ser más baja, aumentar el nivel

2-Temperatura baja 25°C Bajar el nivel del agua para aprovechar el calentamiento del agua por el sol

3-Estratificación Trata de romper la estratificación moviendo el agua con la ayuda de un aireador de superficie, tratar de girar el agua con un motor.

4.4.3 pH (Potencial de Hidrógeno)

Se define como el logaritmo negativo de la concentración de iones de hidrógeno (H+): pH = -log [H+].
El pH indica cuán ácida o básica es el agua. De una manera más práctica, el agua con un pH de 7 no se considera ni ácida ni básica sino neutra. Cuando el pH es inferior a 7 el agua es ácida, y cuando el pH es superior a 7 el agua es básica. La escala de pH es de 0 a 14, mientras más lejano sea el pH de 7 el agua es más ácida o más básica.

Los estanques de agua salobre generalmente tienen un pH de 7 u 8 por la mañana, pero en la tarde generalmente suben a 8 ó 9. La fluctuación diaria del pH en los estanques resulta de los cambios en la fotosíntesis del fitoplancton y otras plantas acuáticas. El dióxido de carbono es ácido tal como se muestra en la siguiente ecuación:
$CO_2 + H_2O = HCO_3^- + H+$.

Para medir el pH:
1. Calibre el medidor de pH de acuerdo a las instrucciones del fabricante. Use dos soluciones estándar, una solución estándar neutro (pH 7) y una solución ácida o básica en dependencia de si va a medir pH en agua dulce o en aguas salobres.
2. Tome una muestra de agua, la muestra de agua debe ser suficiente para que la sonda quede sumergida al momento de hacer la medición. Enjuague la sonda con un poco de agua de la muestra a medir y luego coloque la sonda.
3. Espere a que el medidor de pH se estabilice y luego registre la medición. No agite la muestra de agua vigorosamente ya que esto puede afectar la exactitud de la medición. (Rojas *et al,* 2005)

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

Si la concentración de dióxido de carbono crece, la de iones de hidrógeno aumenta y el pH disminuye y, al contrario, si disminuye la concentración de dióxido de carbono, la de iones de hidrógeno cae y el pH aumenta. Durante el día el fitoplancton consume dióxido de carbono y el pH del agua aumenta. Por la noche, el fitoplancton no utiliza el dióxido de carbono, pero todos los organismos del estanque sueltan dióxido de carbono durante la respiración y a medida que se acumula el dióxido de carbono el pH baja. (Boyd y Trucker 1998).

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

Tabla Nº 1 Efecto del pH sobre los organismos de cultivo

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

(Herrera [a], 2012)

4.4.4 Salinidad

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

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

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

La salinidad del agua de mar es de 35‰ sin embargo, la salinidad encontrada en los estanques de cría puede variar mucho, sea subir con la evaporación o bajar con la lluvia. Los intervalos de tolerancia de la salinidad para los camarones es muy amplia y pueden sobrevivir de 0 ‰ hasta 50 ‰, los organismos que soportan amplias fluctuaciones de salinidad se conocen como eurihalinos, sin embargo, el intervalo de crecimiento óptimo es de un promedio de 15 a 25 ‰ (Herrera y Martínez, 2009).

Por otro lado, si el camarón puede vivir en agua con salinidades muy diferentes, él no puede soportar un cambio muy brusco de salinidad dentro del rango de 0 a 70 ‰. Las sales disueltas en el agua ejercen una presión osmótica sobre los

organismos vivos, una presión osmótica elevada puede provocar fenómenos de difusión a través de las paredes celulares a nivel de las branquias, lo que puede ocasionar la muerte de esas células. Un aumento en la salinidad disminuye la tasa de consumo de oxígeno en muchos organismos.

Factores que afectan la salinidad en los estanques y su control:

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

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

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

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

4.5 Parámetros poblacionales

4.5.1 Crecimiento acumulado

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

Tanto crecimiento como desarrollo son resultantes de una serie de cambios anatómicos y fisiológicos complejos que ocurren en el organismo animal, y a través de los cuales se opera la transformación de una única célula en un animal adulto típico de la especie.

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

La división celular puede tener lugar sin aumento de protoplasma y su resultado es un mayor número de células más pequeñas. Por otra parte, el protoplasma puede sintetizarse sin división celular, en cuyo caso las células aumentan de tamaño. Es decir, que los cambios que sufre el organismo son de tipo cualitativo y cuantitativo. Aunque algunos autores confunden ambos términos y los tratan como sinónimos, el crecimiento y el desarrollo son fenómenos separados, si bien se puede plantear alguna dificultad al definirlos.

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

El crecimiento acumulado de los camarones en los primeros 30 días de desarrollo en estanques de engorde, quiere decir, de Pl_{12} a Pl_{42} que podría significar la etapa fenológica de postlarvas del camarón *Litopenaeus vannamei*, es de 2 gramos en condiciones normales. Esta normalidad se refiere a la alimentación adecuada con dietas concentradas en peletizado, una productividad natural que implique más de 80 mil células por mililitro de fitoplancton y calidad de agua con pH mayor a 7.0, Oxígeno Disuelto mayor de 3.0 mg/L, Salinidad entre 15 a 33 ‰ S y temperaturas entre 28 a 33ºC. (Martínez *et al* [a], 2013).

4.5.2 Ritmo de crecimiento

Los camarones en sistemas artesanales crecen a un ritmo promedio de 0.5 a 0.7 gramos por semana. En sistemas de producción semi intensivo su ritmo de crecimiento puede ser alrededor de 1 g por semana en invierno y de 0.7 en verano.

En sistemas con aireación el crecimiento esperado puede andar entre 1.5 a 1.8 gramos por semana, según la capacidad de carga del estanque (Martínez [a], 2012).

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

4.5.3 Tasa de Crecimiento

La tasa de crecimiento de las postlarvas son altas comparadas con camarones que tienen más de 25 semanas en crecimiento, es decir que la curva de tasa de crecimiento baja con el tiempo. Esto es demostrado en términos sencillos diciendo que la velocidad con que crecen las postlarvas es mayor que las que crecen los juveniles y estos a su vez son mayores a las que crecen los pre-adultos. (Martínez, 2009).

La Tasa de Crecimiento en postlarvas como la estudiada debe registrar a partir de 30 g, descendiendo hasta acercarse al cuadrante negativo, entre más negativo sea mejor será el crecimiento de los organismos. (Martínez *et al* [a], 2013)

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

4.5.4 Sobrevivencia

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

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

Se espera que para crianzas de postlarvas de camarones *Litopenaeus vannamei* los camarones sobrevivan cerca del 90% (Martínez, personal 2014)

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

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

4.5.5 Factor de Conversión Alimenticia

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

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

Asumiendo que al alimentar con comederos y empleando métodos de muestreo acertados, hallamos que el FCA semanal es alto, esto nos indicaría crecimiento lentos o subalimentación; mientras que un FCA bajo, indica que el camarón está haciendo buen uso del alimento. El FCA varía durante el ciclo de producción y entre las poblaciones, pero es una guía muy buena y debería ser entre 0.6-1.0 en camarones de hasta 10 gramos de peso y entre 1.0 y 1.3 para tallas mayores. Idealmente el FCA no debe ser mayor de 1.5. (Herrera [a], 2012)

4.5.6 Rendimiento Productivo

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

en el cultivo de *Litopenaeus vannamei* se expresa en libras por hectárea. En los sistemas semi-intensivos, los productores toman un peso promedio final de la cosecha, el cual se determina en libras por hectárea para conocer cuál fue su rendimiento productivo, ya que por lo general, los productores de sistemas semi–intensivos siembran en estanques que miden entre tres y cinco hectáreas. Los rendimientos de la producción en estanques semi-intensivos varían entre 500 y 2000 kg/ha/cosecha, con dos cosechas por año. (Herrera [a], 2012).

Los intervalos de rendimiento para este tipo de estadio de camarones debería ser de 1999,4 libras /ha (Martínez *et al* [a], 2013). Para ello, se necesita calcular la población final que resulta de multiplicar el número de individuos existentes en una libra de camarón por la cantidad de libras cosechas, biomasa final que es el número de individuos cosechados por el peso promedio, sobrevivencia final que es la cantidad de individuos cosechados por 100 entre la población inicial. (Martínez, 2009).

4.6 Alimentación

Para el desarrollo óptimo del camarón se requieren de algunas características, como la forma de cultivo y el control de parámetros físicos y químicos. Estos factores unidos a un buen alimento repercuten en una mayor producción. El alimento debe cumplir con ciertos atributos que no solo dependen del valor nutricional sino de sus características físicas, porque es el insumo más elevado en lo que respecta a costos, es por ello que requiere de un buen manejo, elaboración y almacenamiento para evitar la descomposición y alteración del mismo. Si las condiciones de la materia prima, producción o almacenamiento no son las apropiadas, esto podría dar lugar a la aparición de hongos, los cuales pueden producir compuestos tóxicos que contaminen el alimento. Estos compuestos son subproductos tóxicos o metabolitos secundarios llamados micotoxinas y pueden desarrollarse en ciertos productos alimenticios antes o después de la cosecha y durante el transporte o almacenamiento si se presentan las condiciones idóneas para su producción. (Ezquerra *et al*, 2008)

El alimento balanceado es determinante para lograr una buena cosecha, tanto en términos de calidad como de cantidad, pero representa el mayor costo de producción en la mayoría de los casos. Por estos motivos, muchos camaroneros han desarrollado diferentes sistemas de manejo para optimizar su aplicación y reducir su conversión. Estos métodos van desde el cálculo semanal de la ración diaria a partir de tablas más o menos teóricas de crecimiento, sobrevivencia y alimentación, asociado a una distribución al voleo, que ciertos autores llaman “blind feeding” o alimentación a ciegas, hasta la distribución exclusiva en bandejas, o charolas, repartidas regularmente en toda la piscina, con un ajuste permanente de la ración en función del consumo. Entre estos dos métodos, existe también el sistema de bandejas-testigo que aportan información permanente sobre el consumo, dejando que se distribuya la mayoría del alimento en el fondo de la piscina. Cabe recordar que no es simplemente cuestión de costo; dar alimento en exceso contribuye a la degradación de la calidad del fondo de la piscina, donde puede ocurrir hasta hipoxia y anoxia, ciertamente estresante para el camarón y potencialmente mortal. Además, los excesos de alimentos contribuyen a una sobrecarga de los efluentes en nutrientes, lo que se debe evitar para la sustentabilidad de la actividad. (Bador, 2000)

Alimentación y crecimiento del camarón en relación a la temperatura:

Si la temperatura baja un poco, hay que observar la alimentación del camarón ya que puede disminuir su consumo de alimento, por lo que debemos controlar la alimentación a través de muestras en la bandeja de alimentación. Si la temperatura cae en un 10% de su lectura normal, entonces se debe detener o cambiar el horario de alimentación. Durante los días nublados el camarón consume menos alimento o no comen. Por otro lado, el plancton no puede realizar la fotosíntesis y pudiera haber problemas con el oxígeno. Si hay una sobrealimentación durante los días nublados, el exceso puede conllevar a la aparición de problemas de la calidad de fondo del estanque (exceso de materia orgánica, proliferación de bacterias patógenas, deplección de oxígeno, enfermedades. (Limsuwan, 2000)

También hay que tener en cuenta que durante el invierno y en temporada de temperaturas bajas, el crecimiento del camarón es más lento. Así mismo, el camarón cultivado en tierras continentales y aguas de baja salinidad logra menor peso que el cultivado en agua de mar. A 5 partes por mil de salinidad un camarón de 15 cm de tamaño alcanza un peso de 20 gramos mientras que a 30 partes por mil, el camarón de ese mismo tamaño pesa 25 gramos. (Limsuwan, 2000)

4.7 Recambio de agua

Con el recambio de agua se persigue conseguir la dilución de compuestos tóxicos del agua, diluir las floraciones de plancton y evitar el incremento de la salinidad por efecto de la evaporación. También, es un método efectivo para incrementar rápidamente el tenor de oxígeno en los estanques durante momentos de emergencia cuando existen problemas de depleción de este elemento.

El efecto de la carencia de recambio de agua puede traer como consecuencia crecimiento lento e inhibición del proceso de muda del camarón (observándose camarones con exoesqueleto grueso, rugoso y opaco o que presenta pigmentación acentuada y/o presencia alta de camarones enanos).

Por otro lado, cuando no existe mucho recambio de agua se incrementa la salinidad por evaporación. El agua de los estanques contiene nutrientes y plancton necesario para la producción de camarones e indica buenos parámetros de la calidad del agua, entonces no se debería recambiar, ya que se estarían desperdiciando a través de los afluentes. El recambio de agua después de fertilizar no favorece el desarrollo de floraciones algales, ya que la acción del fertilizante no es inmediata. (Herrera y Martínez, 2009)

El recambio de agua se ha usado en estanques de camarón a tasas de 120 a 5 % del volumen del estanque por día. Actualmente se usa según la necesidad del estanque. Es difícil justificar el uso del recambio de agua de rutina, si el agua del estanque es buena, la renovación diaria no es beneficios. A demás el recambio de

agua disminuye los nutrientes y el fitoplancton reduciendo la productividad natural del estanque.

El recambio puede realizarse superficialmente o de fondo, para ello debe de manejarse adecuadamente las tablas de las compuertas de salida. Se debe de cuidar que las aguas se estratifiquen con las lluvias. El recambio de agua en los estanques se hace más necesario dependiendo de la densidad de la población. Las granjas semi intensivas poseen un mínimo de capacidad de recambio de agua diario que oscila entre 5 y 15 %.

No todas las granjas pueden bombear las 24 horas del día, ni tienen un canal de reservorio lo suficientemente grande para efectuar un recambio continuo. La tasa de recambio de agua varía de acuerdo a la densidad de la población, biomasa total, nivel de productividad natural, turbidez y fuentes de agua.

Los requerimientos de agua pueden variar dependiendo de la estación del año, días en producción o por análisis de parámetros físicos y químicos para evaluar la acumulación de metabolitos tóxicos. (Herrera y Martínez, 2009)

V. MATERIALES Y METODOS

5.1 Ubicación.

El experimento se realizó en el LIMA (Laboratorio de Investigaciones Marinas y Acuícolas), ubicado en Las Peñitas-Poneloya, frente a Larvinic, ubicado a 22 kilómetros de la ciudad de León con coordenadas 496462 mE, 1367356 mN, el tiempo de experimento fue de 25 días.

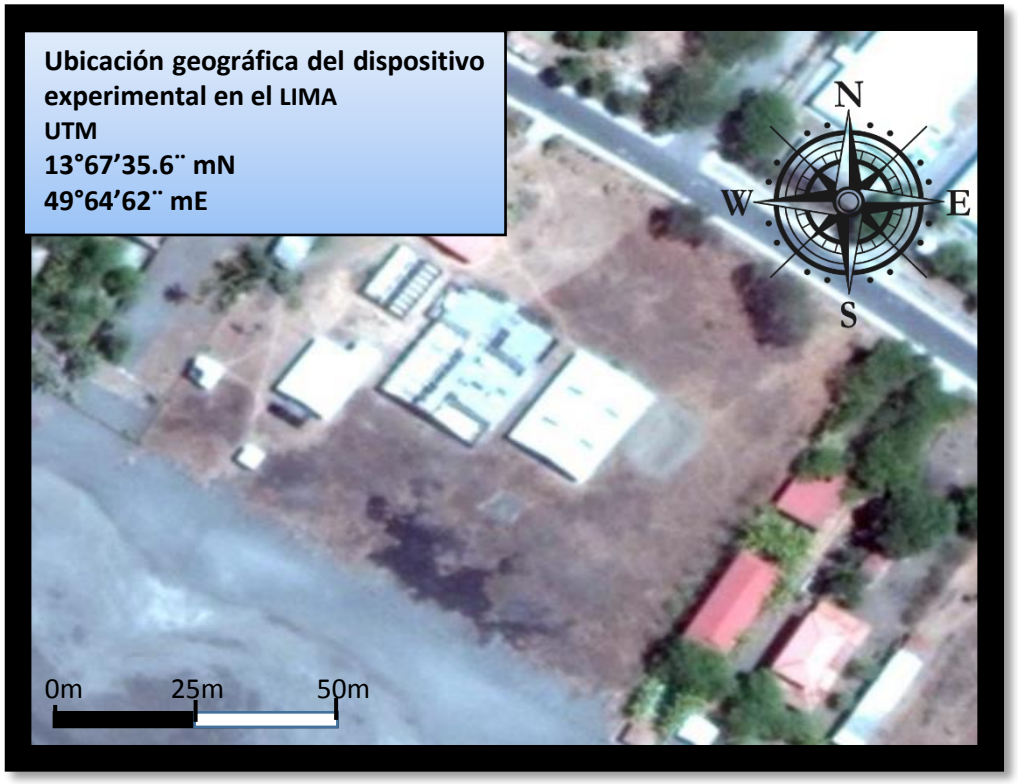


Imagen N°2. Mapa Satelital del LIMA (Laboratorio de Investigaciones Marina y Acuícolas)

5.2 Dispositivo experimental

5.2.1 Toma de agua y aireación.

La toma de agua se encuentra detrás del Laboratorio de Investigaciones Marinas y Acuícolas (LIMA), consiste en un filtro de arena con piedrín por donde pasa el agua hacia una tubería con ranuras, esta conduce el agua a través de 110 metros de longitud a los reservorios que están detrás del laboratorio.

El agua es bombeada por medio de una bomba centrifuga Marca STA-RITE, Modelo JHHG- 53 HL de 5 HP (Horse Power), el reservorio es de concreto de forma cuadrada y dividida en dos partes, cada uno de ellos tiene las dimensiones de 11.35 metros de largo y 4.8 metros de ancho teniendo la capacidad de contener 54 m^3 de agua.

El agua fue bombeada a todas las instalaciones del laboratorio mediante una bomba sumergible Marca ModySumpPump, modelo M100S/m, serie SR #1008 94,1.3 HP, ubicada en un reservorio de concreto y unos tubos de 2 pulgadas de diámetro que conducían al agua hacia los dispositivos experimentales.

El sistema de aireación fue a través de un blower marca Baldor (industrias motor) de 5 HP, el cual llega hasta el dispositivo mediante una tubería de PVC de dos pulgadas, por lo que se conectaron unas manguerillas de ¾ diámetro con sus piedras difusoras.

5.2.2 Sistema de siembra directa.

Este sistema es el tradicional que se ha utilizado en el cultivo de camarón, consiste en aclimatar los organismos a las condiciones de temperatura y salinidad que se encuentra el agua de los estanques, después de ser aclimatados se siembran en los dispositivos.

Por lo tanto en este sistema se manejó a una densidad de 35 pl/m^2 en recipientes plásticos de 200 litros de capacidad y con un área de 0.38 metros cuadrados.

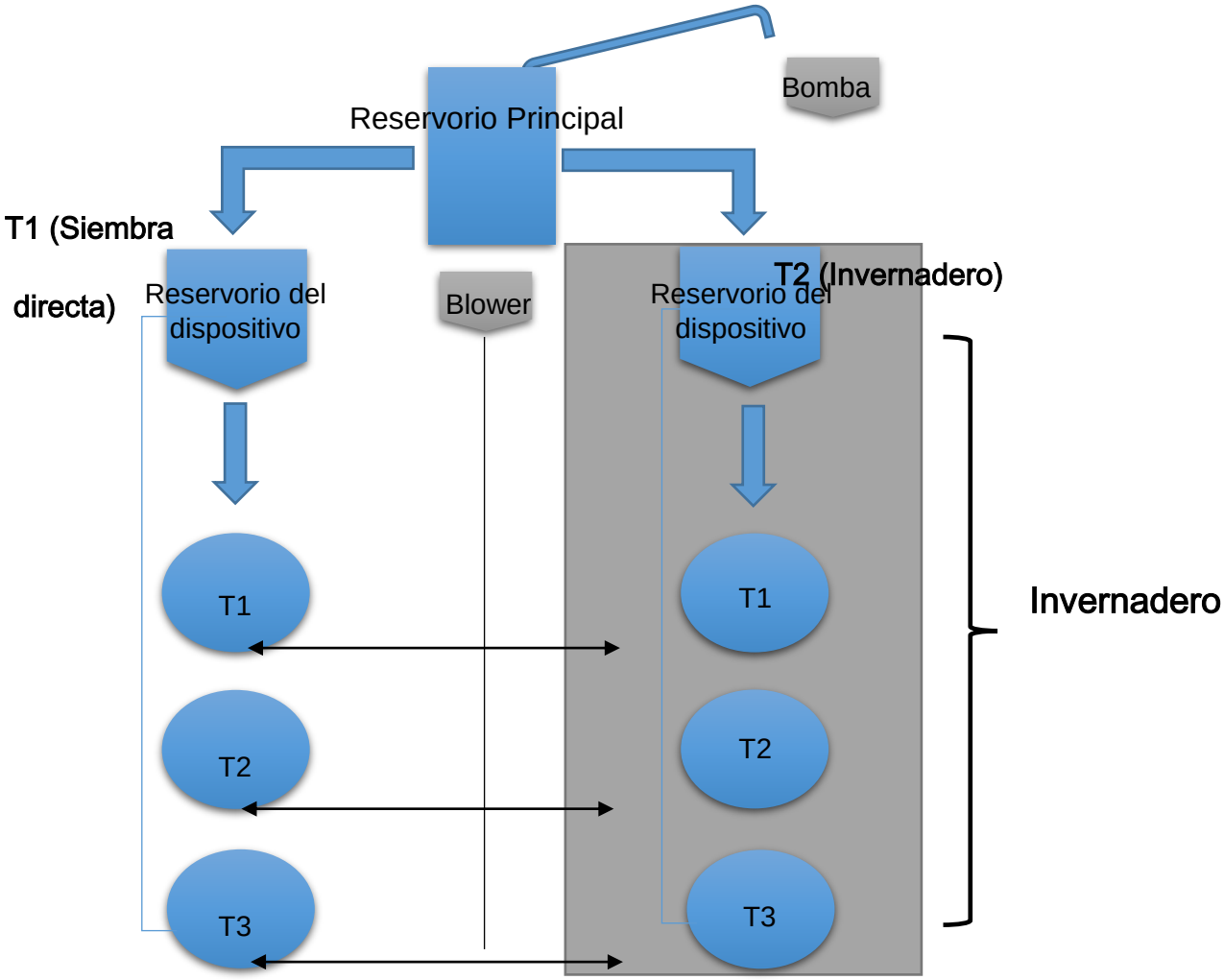
5.2.3 Sistema de invernadero

En este sistema se colocaron tres de las repeticiones junto con su reservorio y fueron colocados en un invernadero, el cual tendrá la estructura hecha con tubos galvanizado (formando el techo), tubo PVC de dos pulgadas que se rellenaron de concreto utilizados como bases y pilares de la estructura del invernadero y como

material térmico se utilizó plástico grueso transparente calibre 1000, el cual se usó para cubrir el invernadero y contener las altas temperaturas.

5.3 Diseño experimental

Este experimento contó con dos tratamientos: T1: Siembra directa y T2: Siembra en invernadero. Cada Tratamiento está compuesto por tres repeticiones y con un reservorio de agua de 300 litros de capacidad hecho de fibra de vidrio. Cada repetición consiste en un recipiente plástico con capacidad de 200 lts y 0.38 m^2 de área.



Dibujo N°1. Dispositivo experimental

5.4 Aclimatación y siembra

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

5.5 Factores físicos-químicos

5.5.1 Oxígeno disuelto

Para obtener este valor se utilizó un Oxigenómetro marca YSI 550A, el cual se calibró primero, esto consiste en que el electrodo se lavó con agua dulce, luego se introdujo el dato de la salinidad y altitud. El electrodo se colocó a 10 cm en la columna de agua. Este factor se tomó dos veces al día, 6 de la tarde y 6 de la mañana es decir cada 12 horas, el registro de los datos se llevó en un formato de campo (anexos).

5.5.2 Temperatura

La temperatura fue registrada con el mismo Oxigenómetro marca YSI 550A, esto se logra al introducir el electrodo en el agua que tiene un sensor térmico y así este nos proporcionó el dato de temperatura del agua, se anotó en un formato de campo.

5.5.3 pH

Este factor se tomó con ayuda de un pH metro marca Eco Testr pH2 , el cual se calibró antes de introducirlo al agua, con una sustancia Buffer de pH 7, luego se introdujo en el agua del dispositivo de modo que el electrodo entró en contacto con el agua a unos 5 cm, una vez hecho el procedimiento se esperó a que se estabilizara y se tomó el dato que posteriormente fue anotado en un formato de campo la hora en que se tomaron los datos será 6 am y 6 pm.

5.5.4 Salinidad

Para obtener este dato de salinidad, se tomó el refractómetro marca Aquafauna modelo: ABMTC, el cual es muy fácil de usar, solo se calibró con agua dulce hasta que llegó a cero y luego se tomó una muestra del agua de los dispositivos, se colocó en el prisma del refractómetro, se cubrió y se ubicó a contra luz, el dato registrado proporciono las partes por mil (‰) de salinidad. Los datos fueron anotados en un formato de campo y fueron tomados a las 6 am y 6 pm todos los días.

5.6 Parámetros Poblacionales

5.6.1 Crecimiento Acumulado

Este parámetro se determinó después de la primera semana de siembra. Para la determinación del crecimiento en peso promedio se realizó un muestreo poblacional donde se capturaron 12 organismos los cuales se pesaron en una balanza gramera marca OHAUS modelo: CS 200 de 200 g de capacidad. Se tomó a cada uno de los organismos y se colocó en la balanza envueltos en tela se anotó el registro, luego se pesó solamente la tela y se anotó el dato, la diferencia entre estos dos registros fue el peso del organismo, posterior a esto se devolvieron los organismos a cada tratamiento.

Una vez que se pesaron los organismos uno a uno se sumaron los pesos de cada camarón y se dividieron entre la cantidad de camarones pesados, como resultado se obtuvo el peso promedio de las semanas.

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

Donde:

$P\bar{x} = peso\ promedio$

$X_t = numero\ total\ de\ organismos\ pesados$

$X_1 = peso\ de\ organismos\ individuales$

5.6.2 Ritmo de Crecimiento

Para calcular el ritmo de crecimiento se tomaron los datos del peso promedio del camarón de la semana actual y luego se le restó el peso de la semana anterior obteniendo como resultado el ritmo de crecimiento semanal de los organismos.

$$RC = PAc\ - PAn$$

Donde:

$RC = Ritmo\ de\ crecimiento$

$PAc = peso\ actual\ PAn = peso\ anterior$

5.6.3 Tasa de Crecimiento

Se refiere a la velocidad con que crecen los organismos, para este cálculo se tomó el último peso y el peso de la semana anterior y se obtiene de la siguiente manera:

$$T.C = (\%\ gr/\ dia) = \frac{(Log\ de\ peso\ final - Log\ peso\ inicial)}{Tiempo} x100$$

5.6.4 Sobrevivencia

La sobrevivencia se calculó en cada muestreo poblacional que se realizó en el experimento, para esto se contaron todos los camarones de la última semana y se dividieron entre los organismos sembrados y el resultado se multiplicó por 100, se expresa con la siguiente formula:

$$Sobrevivencia\ (\%) = \frac{camarones\ contados}{camarones\ sembrados}\ x\ 100$$

5.6.5 Factor de Conversión Alimenticia

El Factor de Conversión Alimenticia se llevó a cabo cada cinco días, este es la división del alimento suministrado cada cinco días por el alimento acumulado entre

la biomasa acumulada en los recipientes experimentales en ese periodo (Alim. Acumulado semanal/Biomasa semanal). Para ello, se llevó un control del alimento suministrado, la ganancia de la biomasa cada cinco días.

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

5.6.6 Rendimiento Productivo

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

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

5.7 Régimen de alimentación

El alimento que se proporcionó fue alimento comercial al 35% de proteína distribuido en tres dietas, una por la mañana a las 7 am, otra por la tarde a la 2pm y la última a las 6pm.

5.8 Recambio de agua

El agua fue recambiada en un 25% cada 24 horas.

5.9 Manejo de datos y análisis estadístico

Una vez obtenida la información se analizaron los datos mediante el software Microsoft Office Excel 2013, Copyright © 2008 Microsoft Corporation. Para ello, se realizaron gráficos donde se definieron las variables de tiempo en el eje de las X y se relacionaron con cada uno de los factores ambientales en el eje de las Y. Además se analizaron las variables tiempo en el eje de las X y en el eje de las Y: crecimiento

acumulado, ritmo de crecimiento, tasa de crecimiento, sobrevivencia y rendimiento productivo.

Prueba t de Student

Técnicamente se puede describir la prueba t de Student como aquella que se utiliza en un modelo en el que una variable explicativa (var. independiente) dicotómica intenta explicar una variable respuesta (var. dependiente) dicotómica. Es decir en la situación: dicotómica explica dicotómica.

La prueba t de Student como todos los estadísticos de contraste se basa en el cálculo de estadísticos descriptivos previos: el número de observaciones, la media y la desviación típica en cada grupo. A través de estos estadísticos previos se calcula el estadístico de contraste experimental. Con la ayuda de unas tablas se obtiene a partir de dicho estadístico el p-valor. Si $p<0,05$ se concluye que hay diferencia entre los dos tratamientos.

Las hipótesis o asunciones para poder aplicar la t de Student son que en cada grupo la variable estudiada siga una distribución Normal y que la dispersión en ambos grupos sea homogénea (hipótesis de homocedasticidad=igualdad de varianzas). Si no se verifica que se cumplen estas asunciones los resultados de la prueba t de Student no tienen ninguna validez.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

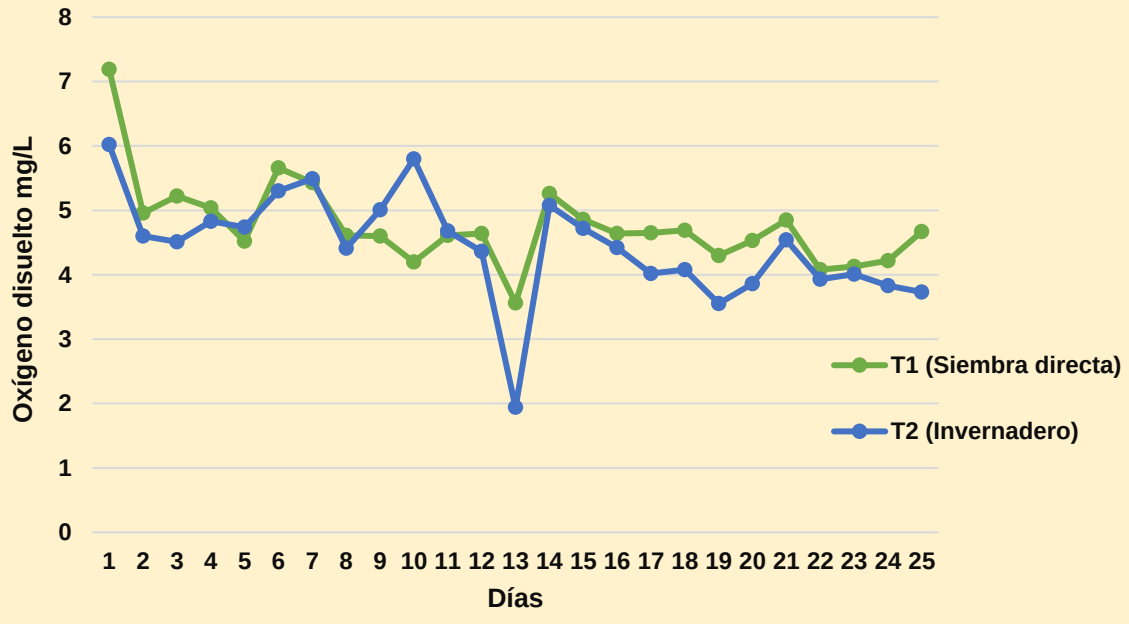
6.1 Factores Físicos-químicos

6.1.1 Oxígeno Disuelto

En T1 (Siembra directa) los valores fueron de 3.56 mg/L el día 13 (valor más bajo) y 7.1 mg/L el día 1 (valor más alto). En el T2 (Invernadero) el valor más bajo fue de 1.94 mg/L el día 13 y el valor más alto de OD fue de 6.02 mg/L el día 1.

Según Herrera (2012) [a] en los sistemas intensivos sembrados superior a las 30 postlarvas por metros cuadrados según los intervalos óptimos de oxígeno disuelto, para el cultivo de camarón son de 3-8 mg/L.

Los resultados obtenidos tanto en el T1 y T2 están en los intervalos óptimos mencionados antes por Herrera (2012), excepto el día 13 en el T2 fue de 1.96 mg/L, sin embargo este valor no afectó el crecimiento de los camarones porque solo se presentó una vez y no produjo alteraciones.



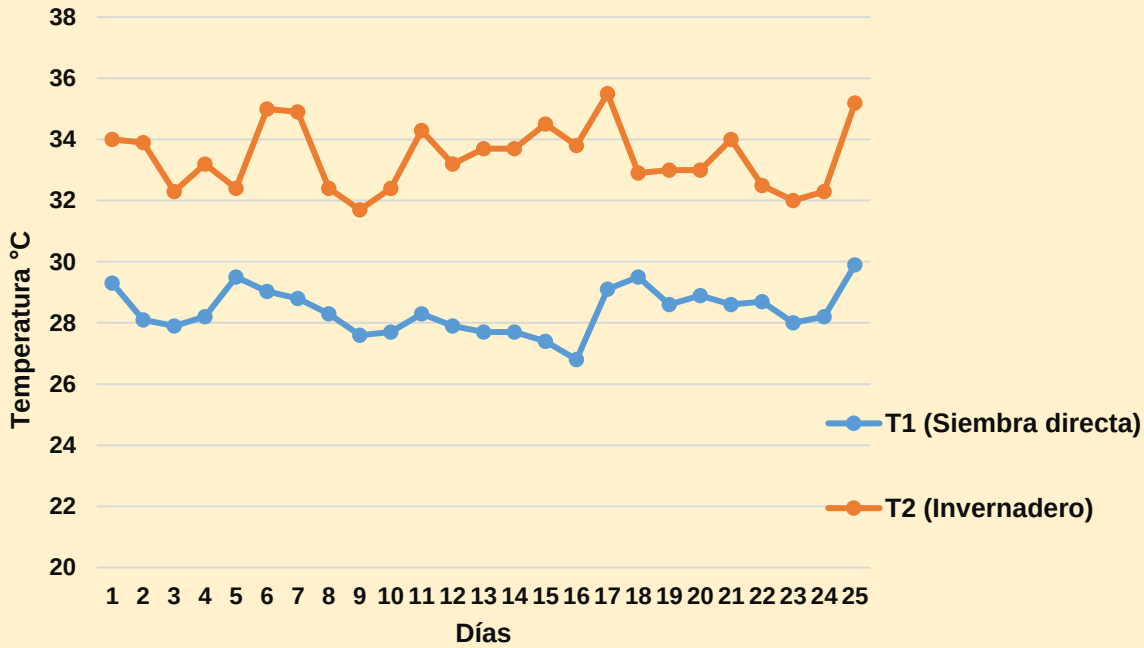
Gráfica No 1. Comportamiento del Oxígeno disuelto durante la mañana (6am) en dos condiciones experimentales: siembra directa e invernadero.

6.1.2 Temperatura

Los valores registrados de Temperatura (TºC) en T1 (Siembra directa) variaron entre 26.8 ºC (más bajo) correspondiente al día 16 y de 29.9 ºC (más alto) el día 25. En el T2 (Invernadero) los valores oscilaron entre 31.7 ºC el más bajo el día 9 y de 35.5 ºC el más alto el día 17.

Según Meyer (2004) en los sistemas intensivos los camarones se desarrollan mejor en aguas con una Temperatura entre 25 a 32 °C y en sistemas con invernaderos a una temperatura de 33 °C.

Los valores de Temperatura están en los intervalos óptimos mencionados antes por Meyer (2004) para el T1. En cambio el T2 hubo altas temperaturas los días 1, 2, 6, 7, 11, 15, 17, 21 y 25, sobrepasando el límite de 33 °C, a pesar de estas fluctuaciones los organismos lograron desarrollarse adecuadamente.



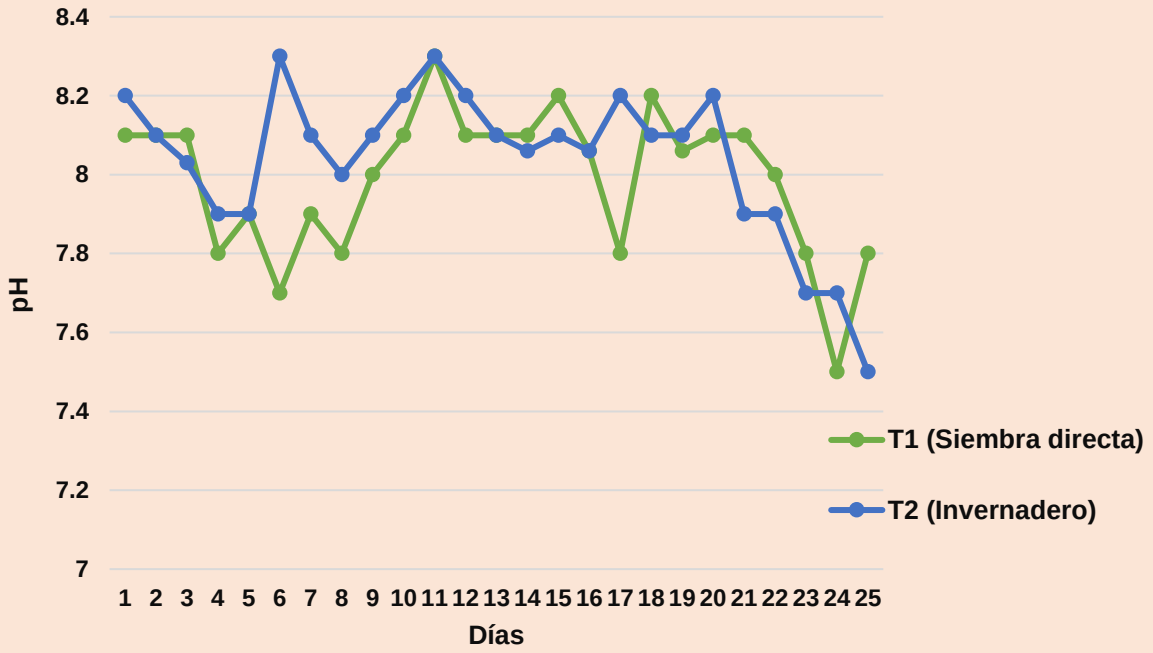
Gráfica No 2. Comportamiento de la temperatura en las aguas del cultivo de camarón con tratamientos de siembra directa y siembra en invernadero.

6.1.3 pH (Potencial de Hidrógeno)

En el Monitoreo de las concentraciones de pH, en el T1 (Siembra directa) oscilaron entre 7.5 (punto más bajo) el día 24 y de 8.3 (más alto) el día 11. Con el T2 (Invernadero) los valores variaron entre 7.5 (más bajo) el día 25 y de 8.3 (más alto) los días 6 y 11 respectivamente.

Según Martínez (2012) [a] El intervalo óptimo de pH para una mejor asimilación y desarrollo de los camarones es de 7.5 a 8.5 aunque sobreviven a pH de 6.5 a 9.

Los resultados obtenidos en el T1 y T2 mantuvieron el intervalo óptimo de pH mencionados ya antes por Martínez (2012) [a], con estos valores el crecimiento de los camarones no se vió afectado.



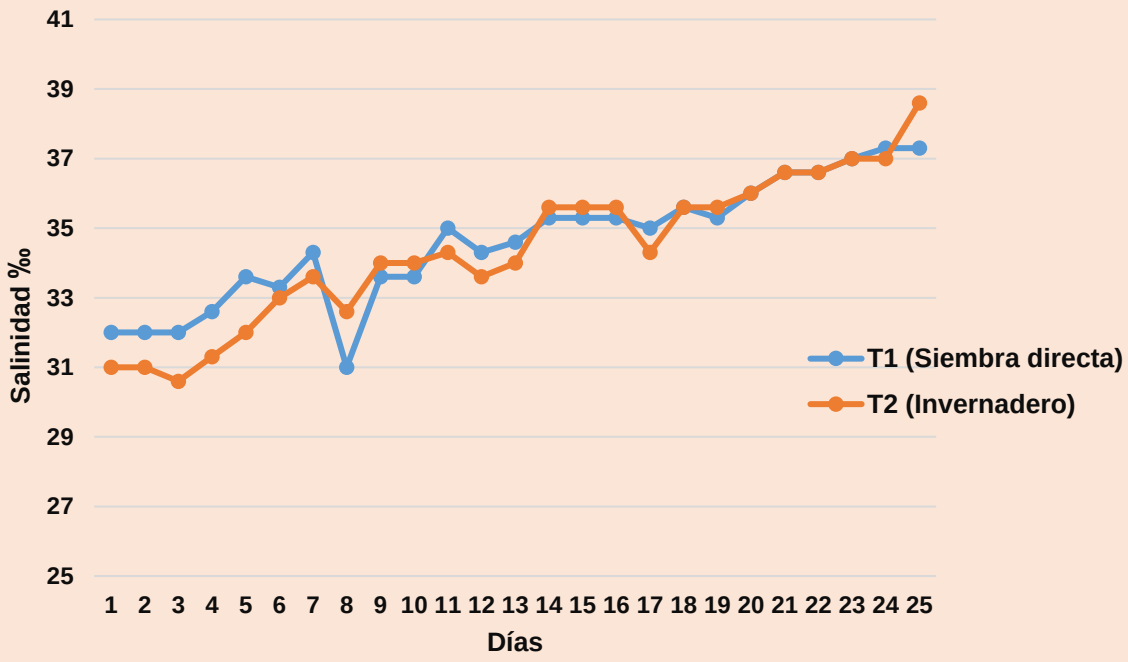
Gráfica No 3. Comportamiento de las concentraciones de pH en las aguas del cultivo de camarón con tratamientos de siembra directa y siembra en invernadero

6.1.4 Salinidad

Los valores registrados de la salinidad (S‰) en el T1 (Siembra directa) oscilaron entre 31 S‰ (más bajo) el día 8 y de 37.3 S‰ (más alto) el día 25. Con el T2 (Invernadero) los valores variaron entre 30.6 S‰ (más bajo) el día 3 y de 38.6 S‰ (más alto) el día 25.

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

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



Gráfica No 4. Comportamiento de salinidad en las aguas del cultivo de camarón con tratamientos de siembra directa y siembra en invernadero

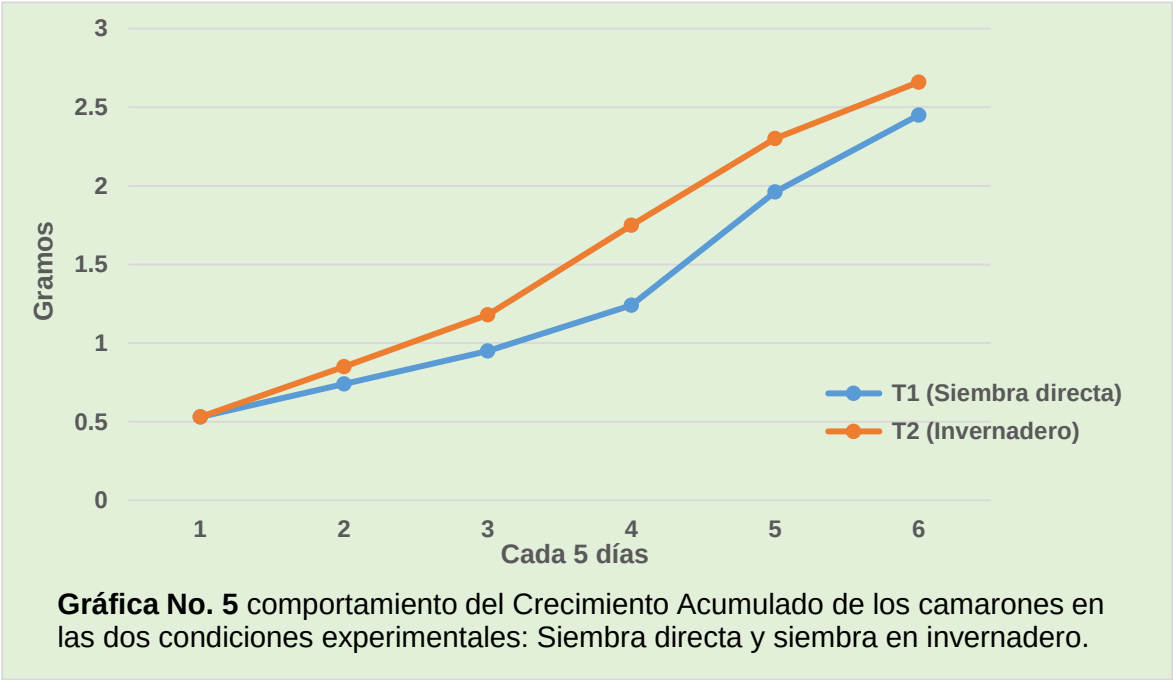
6.2 Parámetros poblacionales

6.2.1 Crecimiento Acumulado

El T2 (Invernadero), reportó mayor peso promedio (2.66 gr), que el T1 (Siembra directa), en el cual se registró un peso promedio de (2.45 gr).

Según Martínez *et al* (2013) [a], el crecimiento acumulado en postlarvas como la estudiada debe registrar cerca de 1,42 gr con una densidad de siembra de 100 ind/m^2, mientras que con 150 pls/m^2 reporta 1,17 gr.

El tratamiento de invernadero gano un poco más de tamaño y biomasa que en los de siembra directa ambos tratamientos tuvieron un buen crecimiento según el autor antes citado, al aplicar el análisis estadísticos se encontró que ($p>0.05$) lo que proporciona que el valor de una y dos colas son mayores que el estadístico t, esto indica que no hay diferencia significativa entre repeticiones de ambos tratamientos.



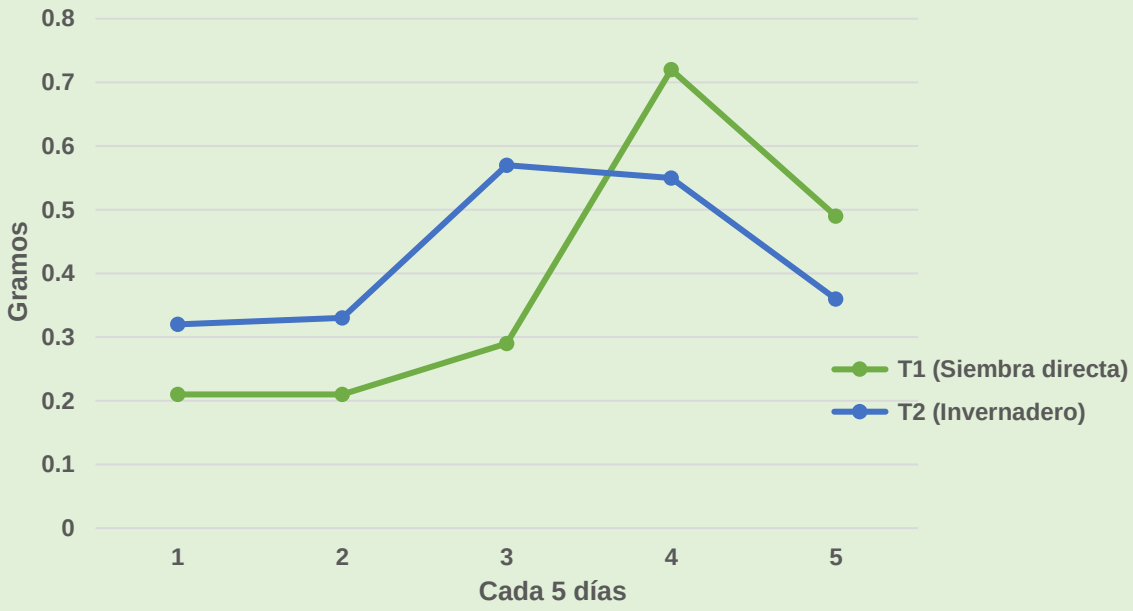
Gráfica No. 5 comportamiento del Crecimiento Acumulado de los camarones en las dos condiciones experimentales: Siembra directa y siembra en invernadero.

6.2.2 Ritmo de Crecimiento

En el Ritmo de Crecimiento en el T1 (Siembra directa) los valores oscilaron entre 0.21 gr (más bajo) en la primera semana y 0.72 gr (más alto) en la semana 4. Con el T2 (Invernadero) los valores variaron entre 0.32 gr (más bajo) la primer semana y 0.57 gr (más alto) la semana 3.

Según Martínez *et al* (2013) [a], el Ritmo de Crecimiento en postlarvas como la estudiada debe registrar de 0,9; 0,17; 0,35; 0,54 y 0,91 gr respectivamente para cada una de los períodos de cinco días estudiados.

Los datos calculados de Ritmo de crecimiento se encuentran en el intervalo enunciado por el autor antes mencionado.



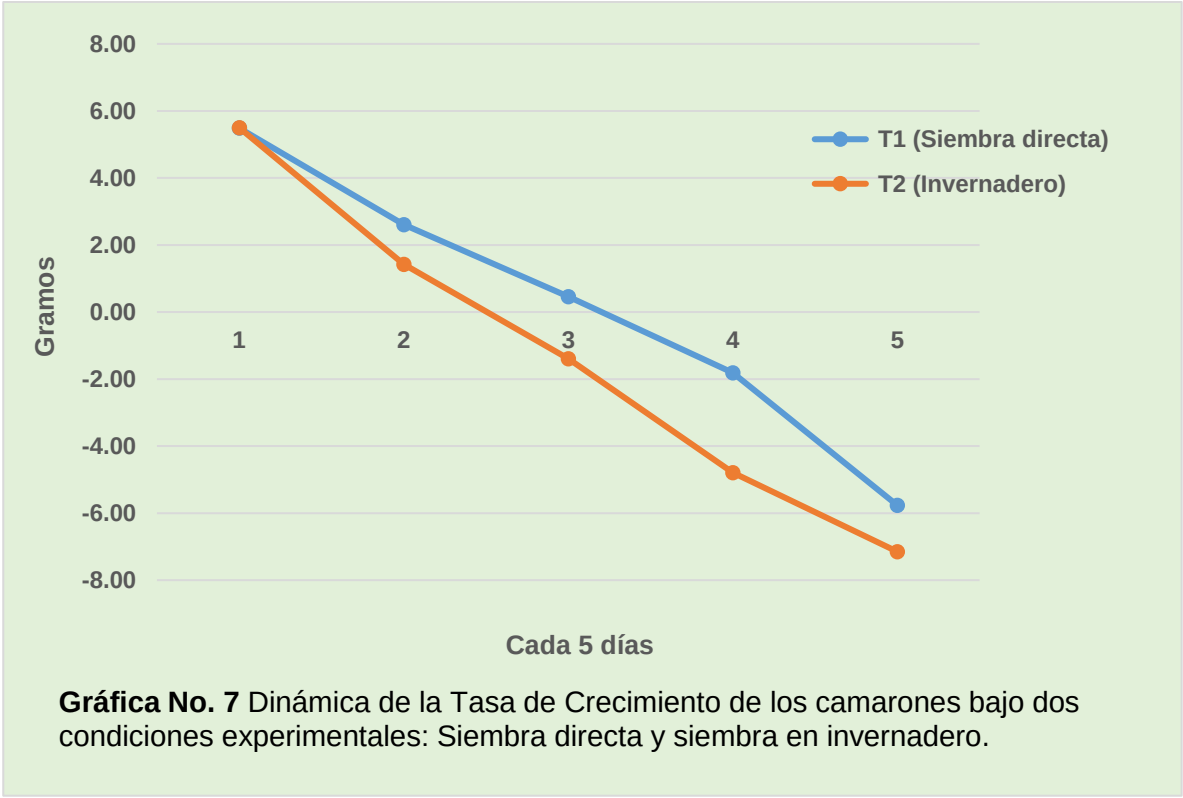
Gráfica No. 6 Comportamiento del Ritmo de Crecimiento de los camarones en las dos condiciones experimentales: Siembra directa y siembra en invernadero.

6.2.3 Tasa de Crecimiento

En el comportamiento de la dinámica de la Tasa de Crecimiento que representa la velocidad de crecimiento en relación al tiempo. Se observa que la tasa de crecimiento va de manera descendente en los dos tratamientos, el crecimiento ha sido más rápido y mejor para el T2 (Invernadero) en comparación con el T1 (Siembra directa). En este trabajo los camarones reportaron una Tasa de Crecimiento a partir de 5.5 gr hasta -5.77 gr para el T1, mientras que en el T2 se reportó una Tasa de Crecimiento a partir de 5.5 gr hasta llegar a -7.1 gr.

Según Martínez *et al* (2013) [a], la Tasa de Crecimiento en postlarvas como la estudiada debe registrar a partir de 30 gr, descendiendo hasta acercarse al cuadrante negativo, entre más descienda la curva será mejor el crecimiento de los organismos.

De acuerdo con los datos obtenidos el desarrollo de los camarones estuvo en el intervalo normal establecido según el autor citado.



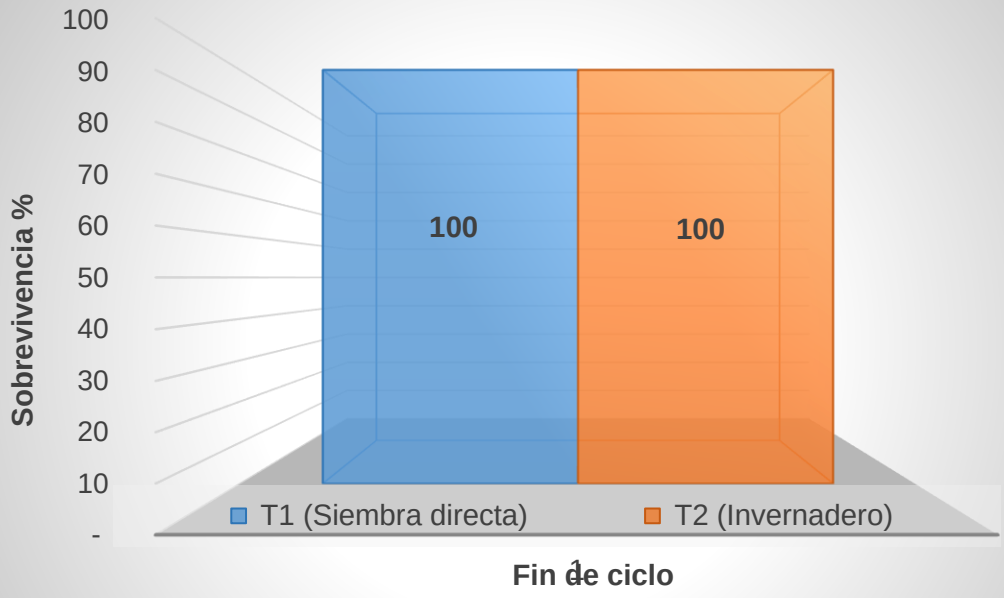
Gráfica No. 7 Dinámica de la Tasa de Crecimiento de los camarones bajo dos condiciones experimentales: Siembra directa y siembra en invernadero.

6.2.4 Sobrevivencia

En la comparación de la Sobrevivencia se puede apreciar que ambos tratamientos tuvieron el mismo porcentaje de población sobreviviente (100%) durante el tiempo que duro el experimento.

Se espera que para crianzas de postlarvas de camarones *Litopenaeus vannamei* los camarones sobrevivan cerca del 90% Martínez (Comunicación personal 2014).

Los datos registrados durante el tiempo de experimento son superiores a los esperados, esto indica que hubo una buena manipulación de los organismos en cultivo.



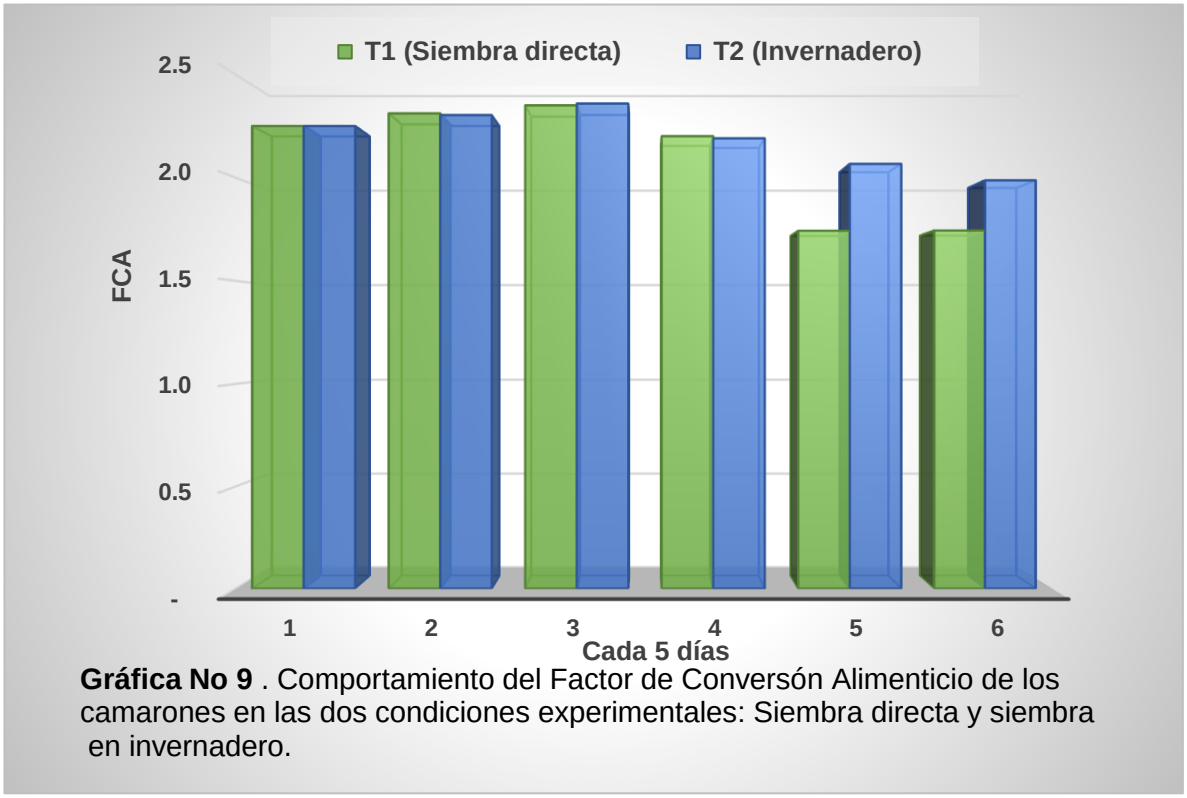
Gráfica No 8 . Comparación de la sobrevivencia de los camarones en las dos condiciones experimentales: Siembra directa y siembra en invernadero.

6.2.5 Factor de Conversión Alimenticia

En el Factor de Conversión Alimenticia (FCA), en el T1 (Siembra directa) osciló entre 0.9 (más bajo) en la semana 1 y de 1.9 (más alto) en la semana 4, finalizando con 1.7 en la 6 semana. Con el T2 los valores oscilan entre 1.0 (más bajo) en la semana 1 y de 2.0 (más alto) en la semana 6.

Según Herrera y Martínez (2009) El intervalo óptimo del FCA debe ser de 1 a 1.5 utilizando un sistema semi-intensivo.

De acuerdo a los datos obtenidos en el experimento en las dos condiciones experimentales, el factor de conversión alimenticia esta fuera de los rangos óptimos.



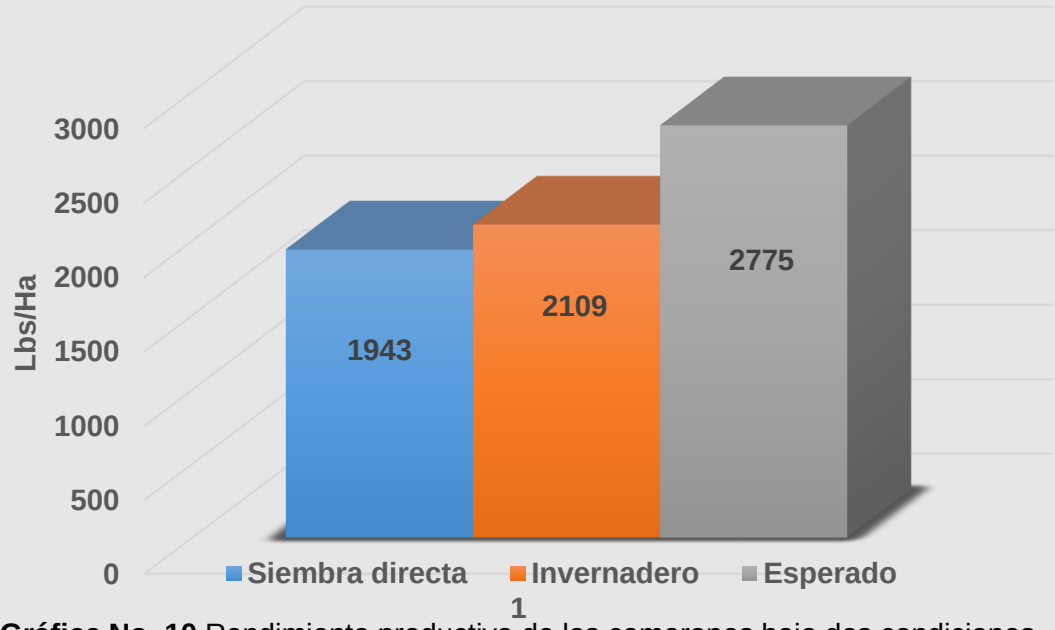
Gráfica No 9 . Comportamiento del Factor de Conversón Alimenticio de los camarones en las dos condiciones experimentales: Siembra directa y siembra en invernadero.

6.2.6 Rendimiento Productivo

En la comparación del Rendimiento Productivo de las dos condiciones experimentales se puede apreciar que para el T1 fue de 1,943 Lbs/ha, mientras que en el T2 fue de 2,109 Lbs/ha.

Según Martínez *et al* (2013) [a]. Los intervalos de rendimiento productivo para este tipo de estadio de camarones debería ser de 1999,4 libras /ha.

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



Gráfica No. 10 Rendimiento productivo de los camarones bajo dos condiciones experimentales: Siembra directa y siembra en invernadero.

VII. CONCLUSIONES

1.- Factores físico químico del agua

Oxígeno Disuelto T1 los valores oscilaron de 3.56 mg/L a 7.1 mg/L mientras que en el T2 oscilaron entre 1.94 mg/L a 6.02 mg/L. La Temperatura en el T1 oscilaron de 26.8 ºC a 29.9 ºC, en el T2 fueron entre 31.7 ºC a 35.5 ºC. En el pH las concentraciones en ambos tratamientos oscilaron de 7.5 a 8.3. En la Salinidad los valores en el T1 oscilaron de 31 a 37.3 ‰ y en el T2 de 30.6 a 38.6 ‰.

2.- Parámetros poblacionales

El Crecimiento Acumulado al final del experimento en el T1 fue de 2.45 gr, en el T2 fue de 2.66 gr. El Ritmo de Crecimiento en el T1 vario de 0.21 gr a 0.71 gr finalizando con 0.49 gr y en el T2 fue de 0.32 gr a 0.57 gr finalizando con 0.36 gr. La Tasa de Crecimiento para el T2 fue más rápida partiendo de 5.5 gr a -7.1 gr y en el T1 fue de 5.5 gr a -5.77 gr.

3.- Sobrevivencia en el T1 fue de 100% al igual que en el T2. El Factor de Conversión Alimenticia final en T1 fue de 1.7 Lbs y en T2 fue de 2.0 Lbs. Para el T1 (Siembra directa) el rendimiento productivo fue de 1,943 Lbs/ha y en el T2 (Invernadero) fue de 2,109 Lbs/ha.

Al realizar el análisis estadístico se demostró que no existe diferencia significativa ($P>0.05$) entre los dos tratamientos por lo que se rechaza la hipótesis alternativa: El utilizar la técnica de siembra directa en comparación con invernadero, tiene un efecto diferente sobre el crecimiento de los camarones. La hipótesis valida, es decir la que se acepta es Ho: El utilizar la técnica de siembra directa en comparación con invernadero, tiene un efecto similar sobre el crecimiento de los camarones.

VIII. RECOMENDACIONES

1.-Dar continuidad al experimento con un mayor tiempo de prueba a cada tratamiento.

2.- Contar equipos adecuados para la medición de factores físicos y químicos tales como Oxigenómetro, salinómetro, balanza, pHmetro, tinas plásticas, reservorio, piedras difusoras, manguerillas, tubos pvc, entre otros.

3.- Tener un termómetro ambiente para que este sea un indicador de cuando abrir las puertas del invernadero y así el agua de los estanques no pase la temperatura óptima.

4.- Estar pendiente del funcionamiento y mantenimiento de bomba de toma de agua, blower y bomba sumergible.

.

IX. BIBLIOGRAFÍA

Alpuche J, Pereyra A, Agundis C. (2005). *Respuestas bioquímicas de camarones marinos a factores ambientales.* UNAM. Sisal, Yucatán, México. Pp 1-3 Disponible en:

http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n050505/050508.pdf

Arredondo J. (2002). *El cultivo de camarón en México, actualidades y perspectivas.* México, D .F. Pp 45-46 Disponible en:

http://www.izt.uam.mx/newpage/contactos/anterior/n43ne/camaron.pdf

Bador R. (2000). *Uso de charolas de alimentación para el cultivo de camarón en Sudamérica.* Cartagena, Colombia. Pp 540-541 Disponible en:

http://www.uanl.mx/utilerias/nutricion_acuicola/IV/archivos/33bador

Boyd C y Fast A. (1992). *Pond monitoring and management*. In Fast, A. y J. Lester editors. Marine Shrimp Culture, Principles and Practices. Elsevier Science Publishers. Estados Unidos. Pp 49-513.

Boyd C y Tucker C. (1998). *Pond Aquaculture Water Quality Management.* Kluwer Academic Publishers, Boston, Massachusetts, USA. Pp 1-2. Disponible en:

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

Calderón J y Sonnenholzner S. (2002). *Cultivo de camarón: experiencias y desafíos en el uso de invernaderos.* Ecuador. Pp 4-7 Disponible en:

http://mail-cenaim.espol.edu.ec/publicaciones/ma9_1/articulos/art1.pdf

Ecured. (2014). Ciclo de vida de los camarones. Cuba. Pp 1 Disponible en:

http://www.ecured.cu/index.php/Camar%C3%B3n

Espinoza J y Labarta U. (1987). *Alimentación en acuicultura.* Plan de formación de técnicos superiores en acuicultura. Comandante Zorita, 48-28020 Madrid, España. Pp 237-239

Ezquerra J, Mexia A, García M, Guerrero G, Pérez M, Hernández J, Cárdenas J y Rouzaud O. (2008). *Micotoxinas en alimento y procesamiento de camarón blanco cultivado.* Nuevo león, México. Pp 348 Disponible en:

http://www.uanl.mx/utilerias/nutricion_acuicola/IX/archivos/18-Ezquerra.pdf

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (1991). *Segundo informe sobre nutrición de camarones: sistemas de cultivo.* Roma. Pp 1 Disponible en:

http://www.fao.org/docrep/field/003/ac516s/AC516S08.htm

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (1995). *Programa de información de especies acuáticas.* Pacifico Centro Oriental Vol. II Roma. Pp 1-2 Disponible en:

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

Herrera C. (2009). (a) *"Folleto calidad agua"*. *Componente Curricular de Calidad de agua*, Carrera de Ingeniería Acuícola. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León, Nicaragua. Pp. 1-6, 15-18.

Herrera C. (2009). (b) *"Folleto calidad Larvicultura y alimento vivo"*. *Componente Curricular de Larvicultura*, Carrera de Ingeniería Acuícola. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León, Nicaragua. Pp. 2

Herrera C y Martínez E. (2009). *Guía para el componente curricular Camaronicultura* de la Carrera de Ingeniería Acuícola, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León, Nicaragua. Pp. 1, 34- 58.

Herrera C. (2012). (a) *FACTORES FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL AGUA DE LOS ESTANQUES CAMARONEROS.* Carrera de Ingeniería Acuícola, Facultad de Ciencias y Tecnología, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua León, Nicaragua. Pp 11

Herrera C. (2012). (b) *Notas para el componente curricular de Sanidad acuícola*, carrera de ingeniería acuícola, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. León, Nicaragua. Pp 71

James L and Pante Ma. (1992). *PENAEID TEMPERATURE AND SALINITY RESPONSES.* Marine Shrimp Culture: Principles and Practices. Elsevier Science Publishers B.V. All rights reserved. Estados Unidos. Pp 515-517

Limsuwan C. (2000). *Ciertas consideraciones de manejo para el cultivo exitoso de camarón en tierras continentales*. Thainland. Pp 1 Disponible en:

http://www.nicovita.com/extranet/Boletines/dic_2001.pdf

Luque V. (2009). *Estructura y propiedades de las proteínas.* Valencia, España. Pp 23 Disponible en:

http://www.uv.es/tunon/pdf_doc/proteinas_09.pdf

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

Martínez E. (2012). (a) *Crecimiento y Desarrollo*. Publicación. UNAN-León. León, Nicaragua. Pp 4.

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

Martínez E, Barreto A y Herrera C. (2013). (a) *El crecimiento de postlarvas de camarones Litopenaeus vannamei en condiciones controladas*. León, Nicaragua. Pp 1-3 Disponible en:

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

Martínez E, Barreto A y Herrera C. (2013). (b) *Manual de Infraestructura Acuícola I*. Carrera de Ingeniería Acuícola. UNAN-León. León, Nicaragua. Pp 16-18.

Martínez E. (2014). *Comunicación personal*. Carrera de Ingeniería acuícola. UNAN-León. León, Nicaragua.

Meyer D. (2004). *Introducción Acuicultura*, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras 2004. Pp 34-35. Disponible en:

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

Mishra J, Samocha T, Patnaik S, Speed M, Gandy R, & Ali A. (2008). *Performance of an intensive nursery system for the Pacific white shrimp, "Litopenaeus vannamei"*, under limited discharge condition. *Aquacultural engineering*, *38*(1). Estados Unidos Pp 2-15.

Molina C, Cadena E y Orellana F. (2000). *Alimentación de camarones en relación a la actividad enzimática como una respuesta natural al ritmo circadiano y ciclo de muda.* Guayaquil, Ecuador. Pp 358-359 Disponible en:

http://www.uanl.mx/utilerias/nutricion_acuicola/V/archivos/cmolina.pdf

Moss K. and Moss S. (2004). *Effects of Artificial Substrate and Stocking Density on the Nursery Production of Pacific White Shrimp Litopenaeus vannamei. The Oceanic Institute.* Vol. 35 *41 -202* Kalanianaole Hwy., Waimanalo, Hawái, Estados Unidos. Pp 536-537

Ocampo, L. (2000). *Energía metabolizable y eficiencia neta de crecimiento bajo el efecto de variaciones medioambientales en el camarón.* México. Pp 189 Disponible en:

http://www.uanl.mx/utilerias/nutricion_acuicola/IV/archivos/12ocampo.pdf

Palomares F, Orozco A, López L y Robles C. (2011). *Doble ciclo de producción en el sistema hiperintensivo de engorda de camarón blanco, litopenaeus vannamei, ciclo 2011, en el cetmar.* Pontevedra, España. Pp 23-24 Disponible en:

http://www.dgecytm.sep.gob.mx/work/models/dgecytm/Resource/550/1/images/AC_07_Francisco%20Rito%20Palomares.pdf

Rojas A, Haws M y Cabanillas J. (2005). *Buenas Prácticas de Manejo Para el Cultivo de Camarón.* The David and Lucile Packard Foundation. United States Agency for International Development. United States Pp 32-34 Disponible en:

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

Ruppert E., Barnes D. (1996). *Zoología de los invertebrados*. Mc Grae-Hill. Fifth Edition México. Pp 683-690.

Sánchez D, Ching C y Quispe M. (2009). *Efectos de la temperatura en el comportamiento alimenticio de litopenaeus vannamei (parte2).*Edición Tumpis. Thailand. Pp 1-4 Disponible en:

http://www.nicovita.com.pe/cdn/Content/CMS/Archivos/Documentos/DOC_246_1.pdf

Santamaría L and García E. (1991). *Parámetros importantes en la calidad de agua del cultivo de organismos acuáticos en estanques de agua salobre.* Manual técnico. Dirección Nacional de Extensión Agropecuaria. Panamá. Pp 33-36. Disponible en:

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

Talavera V, Zapata L y Sánchez D. (1998). *Influencia de la temperatura en los camarones.*Edición Tumpis. Thailand. Pp 1 Disponible en:

http://www.alicorp.com.pe/ohs_images/nicovita/boletines/1998/bole_9809_02.pdf

Wang J, & Leiman J. (2000). *Optimizing multi-stage shrimp production systems. Aquacultural engineering, 22*(4). Estados Unidos. Pp 243-254.

Zamorano F. (1986). *Diseño e instalación de un laboratorio de microalgas marinas en el ITMAR, Boca del Río*. Como apoyo a la docencia e investigación, Tesis profesional ITMAR Boca del Río, Mexico. Pp 6-7

X. ANEXOS

Formato 1. Registro de factores físicos-químicos en el cultivo de camarón blanco *Litopenaeus vannamei*

Tesis: _____
Tratamiento: _____ Replica: _____ Área: _____
Sistema de cultivo: _____ Pl/m²: _____
Fecha de siembra: _____

Fecha	Oxígeno Disuelto		Temperatura		Salinidad		pH	
	6:00 AM	6:00 PM	6:00 AM	6:00 PM	6:00 AM	6:00 PM	6:00 AM	6:00 PM

Formato 2. Registro de campo, muestreo semanal del cultivo de camarón *Litopenaeus vannamei*

Tesis: _____

Tratamiento: _____ Replica: _____ Área: _____

Sistema de cultivo: _____ Pl/m²: _____

Fecha de siembra: _____

Fecha de muestreo:

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

Foto No. 1 Parte frontal del blower utilizado en el experimento

Foto No. 2 Parte lateral del blower utilizado en el experimento

Foto No. 3 pH metro Eco Testr utilizado en el experimento

Foto No. 4 Refractómetro Aquafauna que se utilizó en el experimento

Foto No. 5 Oxigenómetro YSI utilizado en la investigación

Foto No. 6 Balanza gramera OHAUS

Foto No. 7 Dispositivo experimental, tratamiento 1 (siembra directa)

Foto No. 8 Dispositivo experimental, tratamiento 1 (siembra directa)

Foto No. 9 Dispositivo experimental, tratamiento 2 (siembra en invernadero)

Foto No. 10 Dispositivo experimental, tratamiento 2 (siembra en invernadero)

Foto No. 11 Toma de factores físicos-químicos (Salinidad)

Foto No. 12 Toma de factores físicos-químicos (pH)

Foto No. 13 Toma de factores físicos-químicos (pH)

Foto No. 14 Toma de factores físicos-químicos (Oxígeno disuelto y temperatura)