

# Segundo ciclo productivo del Sistema de producción de camarón *Litopenaeus vannamei* en Cerrado 2002

Agnés Saborío Cozé, Juan Ramón Bravo Moreno y Nelvia Hernández

## 1 Introducción

Nicaragua posee un alto potencial para el desarrollo de camarón de cultivo, debido a sus condiciones ambientales. Estudios han demostrado que existe un total de 39,250 hectáreas aptas para la explotación del camarón, estando actualmente un total de 5,592 hectáreas en producción.

Tradicionalmente la industria del camarón a cultivado el camarón utilizando el sistema extensivo y semiintensivo este en mayor proporción, la cual se ha desarrollado bajo serias limitaciones como enfermedades, desastres naturales, lo que a llevado últimamente a una ligera disminución en la producción del camarón. Por lo que el Centro de Investigación de Ecosistema Acuáticos (CIDEA) con el fin de apoyar al desarrollo de la industria, adoptó en el año 2001 una nueva tecnología de cultivo conocida como Sistema de Ciclo Cerrado, el cual consiste en un sistema de producción intensivo de camarón de cultivo, sin recambios de agua, basado en la proliferación (Floc) de bacterias y un alto nivel de aireación lo que permite que el sistema sea heterotrófico y con circulación de agua constante tanto dentro de la pila como dentro del sistema. El cultivo tiene una duración de aproximadamente 110 días.

Con el fin de brindar mayor información sobre el sistema y el comportamiento del crecimiento bajo este nuevo sistema se realizó un estudio evaluativo sobre los parámetros productivos (crecimiento, conversión alimenticia, sobre vivencia), la influencia de los factores ambientales y las enfermedades mas frecuentes en el sistema.



## **2 Objetivos**

### **2.1 Objetivo General**

Evaluar el crecimiento del camarón *Litopenaeus vannamei*, cultivado bajo el sistema de Ciclo Cerrado.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Valorar el crecimiento en peso, sobre vivencia, conversión alimenticia y rendimiento del camarón *Litopenaeus vannamei*, cultivado bajo el sistema intensivo – ciclo cerrado.
- Describir los factores de calidad del agua, oxígeno disuelto, temperatura, salinidad y su efecto sobre el crecimiento de los camarones durante el ciclo del cultivo
- Determinar las enfermedades más frecuentes en el sistema.

### **3 Generalidades del Ciclo Cerrado**

La información presentada sobre las generalidades del sistema Ciclo Cerrado para cultivo de camarones, es parte de la recopilación de información que se hizo al respecto, la cual es producto de una entrevista realizada al Ing. Juan Ramón Bravo Gerente de la Granja experimental del Centro de Investigación de Ecosistemas Acuáticos de la Universidad Centroamericana.

#### **3.1 Introducción**

##### **Cultivo Intensivo – Sistema Cerrado**

El Centro de Investigación de Ecosistemas Acuáticos de la Universidad Centroamericana (CIDEA/UCA), durante al año 2001 fue seleccionado por la Agencia Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA) por sus siglas en ingles y el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USAID), para la construcción de 4 estanques para la explotación intensiva de camarón de cultivo, los estanques cuentan con un área de 0.5 hectáreas, el proyecto fue ejecutado en la Granja Escuela del CIDEA en Puerto Morazán Chinandega. Este proyecto es de mucha importancia para el desarrollo de la Camaronicultura en Nicaragua y Centroamérica, ya que es el segundo país de Latinoamérica que cuenta con esta este sistema, siendo Belice el primer país en donde se construyó este tipo infraestructura.

Cabe mencionar que el proyecto fue ejecutado y dirigido por NOAA y USAID en su totalidad, durante el cual el CIDEA actuó como una contraparte. A partir de Diciembre del 2001 el proyecto fue donado al CIDEA, A continuación se da una descripción general de la primera experiencia en el manejo de este sistema en Nicaragua.

#### **3.2 Sistema de Ciclo Cerrado**

Es un sistema de producción intensivo de camarón de cultivo, sin recambios de agua, basado en la proliferación (Floc) de bacterias y el alto nivel de aireación lo que permite que el sistema sea heterotrófico y con circulación de agua constante tanto dentro de la pila como dentro del sistema. El cultivo tiene una duración de aproximadamente 110 días.

- Exceso de la capacidad de carga del agua por lo tanto requiere inyectar aire (oxígeno)

##### **3.2.1 Floc de Bacterias**

El floc de bacterias es producto de la fertilización inicial orgánica e inorgánica y del alto nivel de aireación que permite el mantenimiento de la alcalinidad por encima de las 100 ppm.

##### **3.2.2 Heterotrofia**

- Bacteria transforma amoníaco, nitrito a nitrato y nitrógeno gas (remoción de formas tóxicas)
- Generación de biomasa
- Reducción contenido proteínico de alimento balanceado
- Generación de bacteria no patógenos (reducción de patógenos)

### 3.2.3 Características del Sistema

- Medidas de Bioseguridad
- Configuración física
- Columna de agua
- Aereación (Ingeniería)

### 3.2.4 Comparación de Sistemas

#### Sistema Tradicionales

- Productividad natural Autotrofia (algas)
- Reacción a clima
- Ajuste a la calidad del agua con recambios.
- Riesgo de introducción de competidores, depredadores y enfermedades
- Muy cambiante, la columna de agua presenta variaciones todos los días.

#### Sistema Intensivo – Ciclo Cerrado

- Heterotrofia (bacteria)
- Requiere sol pero no varia con insolación
- Cero recambio
- Aislado del entorno
- Muy equilibrado

### 3.2.5 Riesgo

#### Tradicional

- Carga (biomasa) baja
- DBO baja
- Ajuste de nutrientes según insolación
- Inestable (estrés)
- Riesgo de introducción de enfermedades, etc.
- Riesgo biológico

#### Cerrado reciclado

- Carga (biomasa) alta
- Demanda biológico de oxigeno alta
- Necesidad de meter oxígeno (aire)
- Problema mecánico (de ingeniería)
- Equilibrado (no estrés)
- Riesgo mecánico

### 3.2.6 Medidas de Bioseguridad-Exclusión de Virus

- Filtración del agua
- Esterilización del agua
- Forros de piscinas
- Ubicación geográfica
- Restricciones de entrada y uso de equipos

### **3.2.7 Filtración de Agua**

- Bolsas de 500 micrones
- Primera compuerta (500 micrones y 300 micrones)
- Segunda compuerta (300 micrones y 200 micrones)
- Entrada sistema 300 micrones y bolsa de 104 micrones
- Entrada piscina 200 micrones

Foto No. 1

Sistema de filtración utilizado como una medida de bioseguridad, los filtros presentan forma de calcetín.

Foto No. 2 Filtros localizados en las compuertas de los sedimentadores.

Foto No. 3 Filtro localizados en las compuertas (válvulas) de entrada de los estanques.

### **3.2.8 Forros de plástico**

- Resbaloso (substrato no apto para jaibas y aves)
- Retención de suelo que permite una talud muy pendiente (2:1) no apto para aves
- Limpieza total a 24 horas de cosecha, esterilización posible

Foto No. 4 Lainer o Forro de plástico

### **3.2.9 Restricciones**

- Vehículos se mantienen a 100 m de distancia
- Visitas llevan botas del proyecto
- Pediluvio de 25 ppm yodo para botas y equipos

- No cruces de contaminación con equipos (lavado 25 ppm de yodo)

### **3.2.10 Configuración Física**

- 4 piscinas de 0.5 ha c/u
- Drenaje central, compuertas de cosecha fuera de la piscina
- Piscinas cuadradas, esquinas redondeadas. Forrados de plástico HDPE (polietileno de alta densidad) de 40 milésimas
- 2 Sedimentadores rústicos de 1.0 ha c/u
- 1 Bomba de 20 hp y canal de multiusos

### **Sistema de Circulación**

Es la disposición de los aireadores de paleta que permite oxigenar y hacer corrientes que permitan circularla a través del estanque en forma centrífuga.

### **Estructura de las Pilas**

Los estanques destinados al cultivo de camarón bajo sistemas de Ciclo Cerrado presentan una forma cuadra de 5000 m<sup>2</sup> formadas con plásticos negro o llamado Lainer. Con muros con un Talud de 1 a 2 metros lo que permite ser mas inclinado, en combinación con los Lainer evita que los pájaros caminen por la orilla.

### **Fondo del estanque**

Los fondos de los estanques presentan forma cónica con drenaje central de tubería de PVC de 12 pulgadas.

Foto No.5 Drenaje Central

Foto No.6 Tubo de drenaje central



Foto No. 7 Compuertas de las salida de los estanques en construcción.

### **3.2.11 Columna de Agua**

- 2.0 metros de profundidad en el centro
- Completamente homogeneizada
- Desechos suspendidos
- Bacteria suspendida

## **3.3 Manejo del Sistema**

### **3.3.1 Preparación de los estanques**

La preparación de los estanques consiste en realizar limpieza de los estanques, ubicación de los filtros y aireadores.

### **3.3.2 Función de los aireadores**

Los aireadores funcionan a través de energía eléctrica producida por generadores, los cuales trabajan con combustible, el gasto de los de estos es de 3 galones por hora.

Se utilizan 20 aireadores por hectárea.

### **Foto No.8 Tipo de aireadores usados**

- 40 hp por hectárea, aireadores tipo Taiwanese
- Flujo tangencial (concentración de basura en el centro)
- Resuspensión de basura con aireadores en el centro
- 2 Generadores (Cat 250 HP y Cat 150 HP)

### **Foto No.9 Sistema de aireación**

#### **3.3.3 Llenado de los estanques**

Antes del llenado se debe realizar limpieza de los estanques, ubicar los aireadores y los filtros.

El agua es proveniente del Estero Real, el agua es impulsada por una bomba axial de 28 pulgadas que funciona con diesel gastando por hora 2.5 galones. La bomba tiene una capacidad de 22,000 galones por minuto. El agua es llevada a través de un canal de llamada hacia los sedimentadores. Los canales están dotados de tres filtros de 500 micras en forma de calcetín. Al igual que los canales los sedimentadores están dotados de filtros de 500 micras localizadas en los pasa agua.

#### **3.3.4 Tratamiento del agua**

El agua en los estanques es tratada con hipoclorito de calcio granulado a una concentración de 25 partes por millón por un período de 24 horas y luego se fertiliza. El objetivo de clorar el agua es eliminar algas, zooplacton y posibles potenciales de vectores de enfermedades.

#### **Fertilización inicial**

El fertilizante es aplicado durante siete días antes de la siembra, dentro de los fertilizantes inorgánicos utilizados se tiene, el amonio fosfato (DAP) y nitrato de calcio, el fertilizante orgánico utilizado es la melaza.

#### **Dosis de aplicación**

**Fertilizante orgánico:** 2 - 5 galones/estanque

**Fertilizante inorgánico:** 5 Kg/estanque

Después de la aplicación de los fertilizantes se deja madurar el agua por un período de 2 semanas para la proliferación de plancton.

### **3.3.5 Siembra**

La larva a sembrar debe estar libre de mancha blanca(WSSB), Taura, IHHN (Necrosis Hipodérmica y Hematopoyética Infecciosa), por lo que debe ser larva de Laboratorio certificada. Las densidades utilizadas son de 100 – 200 Pl/m<sup>2</sup> de tamaño Pl 8. La siembra se realizara en horas de la noche, usando redes de mano.

### **3.3.6 Alimentación**

Se inicia a alimentar dos horas después de realizar la siembra, con alimento para larva (en polvo), con valor proteico del 50%, este alimento es distribuidos por período de 7 días. Pasado este tiempo se alimenta con una mezcla de alimento balanceado al 17% y 31% para lo cual se hace uso de una tabla de control diario de alimento. Asiendo uso del siguiente régimen alimenticio.

### **Metodología de alimentación utilizado**

La alimentación se realiza al boleó desde las orillas de los estanques

Foto No.10. Alimentación al boleó

### **3.3.7 Régimen de alimentación**

Después de los 7 días de cultivo se realiza el siguiente procedimiento.

Del día 8 - 43, se alimenta con la mezcla de alimento balanceado de 17 y 31% de proteína

Del día 44 - 77, se alimenta con una mezcla de alimento de 17 y 25% de proteína.

Del día 78 – 110, se alimenta con una mezcla de alimento de 17 y 31%.

Alimentándose 5 veces al día. En las siguientes horas, 6 am, 10 am, 2 pm, 6 am y 10 pm.

En el caso de presentarse enfermedades de origen bacteriano, se utiliza alimento medicado con antibióticos.

### 3.3.8 Calidad de agua

Los camarones son susceptibles de sufrir estrés ante condiciones ambientales adversas. En condiciones de estrés no comen bien, tienden a enfermarse y crecen despacio. Al mantener condiciones ambientales adecuadas en los estanques se puede incrementar la sobrevivencia, conversión alimenticia y la producción. (Boyd, 2001).

#### **Análisis de calidad de agua: Factores químicos y físicos**

a) **Análisis químicos**, se realizan cada 15 días a excepción del análisis de alcalinidad que se realiza 2 veces por semana, ya que el medio debe ser alcalino para el desarrollo de las bacterias. Las concentraciones bajas de alcalinidad, se controla con cal hidratada en dosis de 1 a 2 sacos por cada 0.5 hectárea.

**Análisis químicos que se realizan:** amonio ( $\text{NH}_3$ ), nitritos ( $\text{NO}_2$ ), fósforo (P-total), nitrógeno (N-total) y alcalinidad.

#### **Alcalinidad**

La alcalinidad es la concentración total de bases en el agua, expresada en miligramos por litro de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ). Las bases en el agua son: hidróxido, amonio, borato fosfato, silicato, bicarbonato y carbonato. En la mayoría de los estanques la concentración de bicarbonato y carbonato. En la mayoría de los estanques la concentración de bicarbonato y carbonato es superior por mucho a la de las otras bases. La alcalinidad debe ser superior a 75 mg/L en estanques de camarón medio es de 120 mg/L (Boyd, 2001)

#### **Metabolitos Tóxicos**

##### **Amonio**

El amonio se presenta en dos formas en el agua, amonio no ionizado ( $\text{NH}_3$ ) y el ion amonio ( $\text{NH}_4$ ), conforme aumenta el pH, el amonio no ionizado crece en comparación con el ion amonio, también la temperatura del agua incrementa el amonio no ionizado, pero su efecto es menor que el del pH. La toxicidad del amonio en organismos acuáticos generalmente se relaciona con el amonio no ionizado. La concentración de amonio de amonio en los estanques pocas veces llega a ser letal, sin embargo es común que exista estrés en los camarones a causa de altas concentraciones de amonio. El agua en un estanque generalmente tiene un pH de 8 y con este pH una concentración de nitrógeno de amonio de 10 mg/L probablemente no va a matar a los camarones, pero para evitar el estrés en el camarón es mejor no pasar de 2 mg/L. (Boyd, 2001)

La alta concentración de amonio es común en estanques con tasas altas de alimentación. El uso excesivo de urea y otros fertilizantes a base de amonio, como sulfato de amonio, pueden causar una concentración tóxica de amonio. El cambio de agua es la única forma viable de reducir la concentración de amonio. (Boyd, 2001)

##### **Nitritos**

Bajo ciertas concentraciones, el nitrito puede acumularse hasta concentraciones de 10 a 20 mg/L. En altas concentraciones, el nitrito se combina con la hemocianina en la sangre de

los camarones y reduce drásticamente la capacidad de la sangre para transportar oxígeno. En cultivos semi-intensivos, son pocas las ocasiones en las que el nitrito es superior a 1 ó 2 mg/L y la toxicidad no es un problema. Sin embargo, sí ha habido reportes de toxicidad por nitrito en estanques intensivos.

## Nutrientes

### Nitrógeno y fósforo

Estos son los nutrientes mas importantes en los estanques. De su concentración depende el crecimiento óptimo de fitoplancton. Si hay poco fósforo y nitrógeno, habrá muy poco fitoplancton, el agua estará clara y habrá escasez de comida para el camarón; si hay mucho fósforo y nitrógeno existirá exceso de fitoplancton, y durante al noche caerá el oxígeno disuelto. (Boyd, 2001)

### Factores químicos

#### Salinidad

Aunque el *Litopenaeus vannamei* y *Penaeus monodon* y otras especies pueden ser cultivados exitosamente en estanques costeros con salinidad entre 1 y 40 ppm, se produce mejor con una salinidad superior a 5 ppm y la mayoría de granjeros la prefieren entre 20 y 25 ppm. (Boyd, 2001)

#### Oxígeno Disuelto

El oxígeno disuelto es la variable mas critica para la calidad del agua en un estanque. Se debe entender muy bien los factores que afectan la concentración de oxígeno disuelto en el agua y como influye una baja concentración de oxígeno disuelto en el camarón.

#### Efectos en el camarón

En la tabla se resume los efectos de las concentraciones de oxígeno sobre los camarones

Concentración de Oxígeno Disuelto	Efectos
Menor de 1 ó 2 mg/L	Letal si la exposición dura mas que unas horas
2-5 mg/l	Crecimiento será lento si la baja de oxígeno disuelto se prolonga.
5 mg/L-saturación	Mejor condición para crecimiento adecuado
Supersaturación	Puede ser dañino se las condiciones existen por todo el estanque. Generalmente, no hay problema.

La concentración de oxígeno disuelto puede bajar tanto que los camarones pueden morir. Sin embargo los efectos usuales del oxígeno disuelto bajo manifiestan en crecimientos lentos o en mayor susceptibilidad frente a enfermedades. En estanques con una baja crónica en la concentración de oxígeno disuelto, los camarones comerán menos y no habrá una conversión comparable con la de un estanque con niveles normales. (Boyd, 2001)

## pH

El pH indica cuán ácida o básica es el agua. 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 es superior a 7 el agua 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 aguas salobres 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.

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 efecto de amortiguación aportado por la alcalinidad alta. (Boyd, 2001)

**Una generalización de la influencia del pH en el camarón es la siguiente:**

<b>Efecto</b>	<b>pH</b>
Punto de acidez letal	4
No reproducción	4-5
Crecimiento lento	4-6
Mejor crecimiento	6-9
Crecimiento lento	9-11
Punto letal de alcalinidad	11

Boyd, 2001

## Salinidad

Los camarones de las especies *Litopenaeus vannamei* y *Penaeus monodón* y otras pueden ser cultivados exitosamente en estanques costeros con salinidad entre 1 y 40 ppm, se procede mejor con una salinidad superior a 5 ppm. (Boyd, 2001)

El pH, salinidad, oxígeno, son factores químicos que se controlan a diario. Se manejan igual que en los sistemas tradicionales

Foto No. 11 Toma de muestras de agua.

## **b) Factores físicos**

### **Controles Diarios**

Temperatura. Se maneja igual que en el sistema tradicional.

Las especies de camarón de aguas calidad crecen mejor a temperaturas entre 25 °C y 32 °C. Estos rangos de temperatura a lo largo del año son características de las aguas costeras en los trópicos. En áreas subtropicales la temperatura puede descender por debajo de los 25 °C durante semanas o meses, por lo que los camarones no crecerán bien. Mientras que en el trópico es común obtener dos ciclos al año, en algunas áreas subtropicales se obtiene uno y en otras son posibles dos ciclos, pero uno va a estar limitado por la baja temperatura del agua.

La temperatura tiene alto impacto en los procesos químicos y biológicos. Los procesos biológicos como crecimiento y respiración se duplican, en general, por cada 10°C que aumenta la temperatura. Esto significa que el camarón crece dos veces más rápido y consume el doble de oxígeno a 30°C que a 20°C, por lo que el requerimiento de oxígeno disuelto 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 también conforme aumenta la temperatura. Por ello los factores ambientales, y en particular las variables de calidad del agua, son más críticas conforme aumenta la temperatura. (Boyd, 2001)

### **3.3.9 Recambios de agua**

En este sistema no se realizan recambios de agua solo rellenos de los estanques cuando los niveles se bajan producto de la evaporación.



### **3.3.10 Muestreos**

Al igual que en los sistemas tradicionales se realizan muestreos de población y crecimiento. El ritmo de crecimiento bajo este sistema es de 1- 2 gramos / semana.

### **Uso de charolas**

El uso de charolas son utilizadas para determinar la sobrevivencia y llevar un control del consumo de alimentos, se utilizan 6 charolas/hectárea. Se manejan sobrevivencias de 55 – 60%.

### **3.4 Cosecha**

Para la cosecha debe de bajar los niveles en un 50 – 60% durante el día a través de los drenajes. Siendo los rendimientos de 10,000 a 20, 000 libras por hectárea, con un peso promedio en la cosecha de 15 gramos.

### **3.5 Costos**

En lo respecta a la inversión, es de alto costo pero su rentabilidad es mayor que en los sistemas tradicionales. El costo de la inversión por hectárea construida es de \$ 120 000 ( Ciento veinte mil dólares americanos). El costo de operación por estanque de 0.5 hectárea es de \$ 20 a 30,000 ( treinta mil dólares americanos).

## **4- Materiales y métodos**

### **4.1- Ubicación del estudio**

El estudio se llevó a cabo en las instalaciones de la granja escuela del Centro de Investigación de Ecosistemas acuáticos de la Universidad Centroamericana (CIDEA-UCA-ADPESCA). Esta granja está ubicada en la entrada del poblado de Puerto Morazán a unos 30 kilómetros del departamento de Chinandega región II y a una distancia de 170 Km. aproximadamente de la ciudad capital, Managua.

### **4.2- Datos climatológicos de la zona**

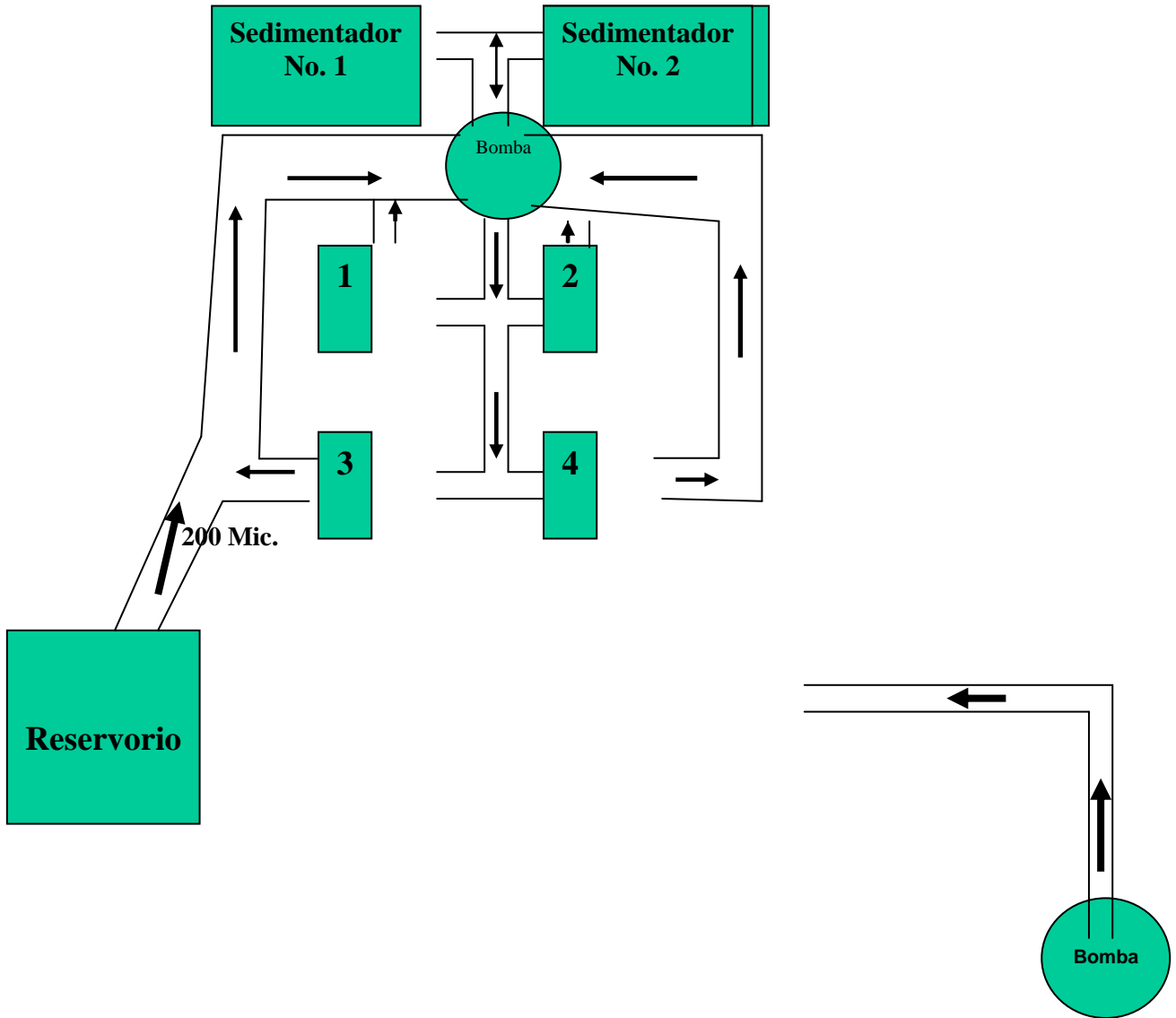
Esta zona presenta un clima Tropical sub-húmedo con una marcada estación seca que abarca los meses de diciembre a junio y una estación lluviosa el resto del periodo, sin embargo, es notorio el desplazamiento de las estaciones en uno o dos meses.

La temperatura media anual es de 26.8° C en la época seca se puede llegar hasta los 38°C. En época lluviosa puede descender hasta los 24°C. El período de mayor precipitación ocurre de mayo a octubre el cual registra 1800 mm anuales siendo septiembre el mes de mayor precipitación. La época seca está comprendida entre los meses de noviembre a abril alcanzando el 5% del total de precipitación, los meses de enero a marzo son los más secos alcanzando tan solo el 0.5%, la humedad relativa de 77.8%, durante la época seca la radiación solar anual promedio es de 413.8 cal/m<sup>2</sup>/día, siendo los meses de febrero a mayo, los que presentan los más altos valores y los meses de septiembre a diciembre los valores más bajos. La evaporación media anual es de 1544 mm (Dietschi, 1996).

### **4.3 Descripción del estudio**

Para el desarrollo del estudio se utilizaron cuatro estanques con un área de 0.5 hectáreas cada uno, los cuales presentan una infraestructura diferente a los sistemas de cultivo Semi intensivo, ya que estos están destinados para el cultivo de camarón intensivo de Ciclo Cerrado. Se utilizó una densidad de siembra de 200 postlarvas por metro cuadrado. Se llevaron registros de los muestreos de crecimiento y población y el alimento suministrado. Asimismo se realizó un monitoreo de los factores físico-químicos del agua y un monitoreo de los virus del Síndrome de Taura (TSV), Virus de la Necrosis Hipodérmica Hematopoyética Infecciosa (IHHNV), y en menor proporción el Virus del Síndrome de la Mancha Blanca (WSSV) y de la enfermedad de origen bacteriano Hepatopancreatitis Necrotizante (NHP). Para los análisis patológicos se tomaron muestras por cada estanque, las que se fijaron en etanol al 95% para su traslado al Laboratorio de Patología del CIDEA-UCA.

Figura No.1 Estanques de cultivo con el Sistema de Ciclo Cerrado



#### 4.4 Fase de campo

La fase de campo y recolección de datos se inició en el mes de septiembre de 2002 y finalizó en febrero de 2003, correspondiendo este período a 5 meses de cultivo. Este estudio se desarrolló en el segundo ciclo de producción de los estanques de 0.5 ha.

## **4.5 -Manejo del sistema intensivo Ciclo-Cerrado.**

### **Llenado de los estanques**

Antes del llenado de los estanques se realizó limpieza de los estanques, se ubicaron los aireadores y los filtros de 285 micras en los tubos de entrada de agua.

El agua que alimenta a estos estanques es proveniente del Estero Real, la cual es impulsada por una bomba axial de 28 pulgadas que funciona con diesel, gastando por hora 2-5 galones. La bomba tiene una capacidad de 22,000 galones por minuto.

El agua es llevada a través de un canal de llamada hacia los sedimentadores, este canal de llamada esta dotado de tres filtros de 500 micras en forma de calcetín el que tiene un largo de 13 varas. Al igual que el canal los sedimentadores están dotados de filtros verticales de 500 micras localizados en los pasa aguas. Las compuertas ubicadas a lo largo del reservorio constan de dos tipos de filtros, la primera compuerta tiene un filtro de 500 micrones y otro de 300 micrones, la segunda compuerta tiene uno de 300 micrones y uno de 200 micrones y la compuerta de entrada al sistema consta de un filtro de 300 micrones y una bolsa de 104 micrones .

## **4.6 - Tratamientos del agua**

### **Método para la limpieza y desinfección del agua**

El agua de los estanques fué tratada con hipoclorito de calcio granulado a una dosis de 25 partes por millón es decir que se aplicaron 6.5 qq de cloro por pila, distribuyéndose 1 qq cada 10 minutos durante una hora, durante la aplicación se utilizó aireación (con 4 aireadores), este tratamiento se hizo con el objetivo de limpiar el agua de algas, bacterias y patógenos es decir como medida de Bioseguridad.

### **4.7 - Fertilización**

Para la fertilización del agua se utilizaron fertilizantes orgánicos e inorgánicos, la dosis y el programa de aplicación por estanque se presentan en las tablas No. 1, No.2, No.3 y No.4.

El objetivo de la fertilización es la obtención y proliferación de plancton y bacterias mediante el fenómeno de Eutrofización. En esta fase de maduración la alcalinidad debe ser mayor que 100 mg/L

#### **a)- Fertilizantes Químicos**

Se utilizó DAP (Diamonio Fosfato), siendo su composición: 18N:46P:K

#### **b)- Fertilizantes Orgánicos**

El fertilizante orgánico utilizado fue la melaza.

### C) Programa de fertilización durante el ciclo de cultivo

La siembra de los 4 estanques se llevó a cabo el día 13 de Septiembre de 2002

**Tabla No. 1 Estanque No. 1**

Fecha	DAP en K	Melaza en G	Fecha	DAP en K	Melaza en G
12-Ago	5	2.6	04-Oct	5	
13-Ago	5	2.6	06-Oct		
14-Ago	5	2.6	07-Oct		
15-Ago	5	2.6	08-Oct	5	
16-Ago	5	2.6	25-Oct		
17-Ago	5	2.6	26-Oct		
18-Ago	5	2.6	29-Oct		
21-Ago			03-Nov		
29-Ago			04-Nov		
30-Ago			08-Nov		
31-Ago			09-Nov		
01-Ago			21-Nov		
07-Sep			22-Nov		
08-Sep			23-Nov		
09-Sep			26-Nov		
11-Sep			27-Nov		
12-Sep			05-Dic	22.73	
16-Sep	5		06-Dic	4.55	
17-Sep	5		14-Dic	6.82	
18-Sep			15-Dic		5
19-Sep	5		16-Dic		5
20-Sep	5		30-Dic	4.55	
21-Sep	5		03-Feb		
03-Oct	5		<b>Total</b>	<b>113.65</b>	<b>28.2</b>

**Tabla No. 2 Estanque No. 2**

Fecha	DAP en K	Melaza en G	Fecha	DAP en K	Melaza en G
17-Ago	5	2.6	12-Oct		
18-Ago	5	2.6	13-Oct		
19-Ago	5	2.6	18-Oct		
20-Ago	5	2.6	19-Oct		
21-Ago	5	2.6	20-Oct		
22-Ago	5	2.6	06-Nov		
23-Ago	5	2.6	07-Nov		
13-Sep	5		25-Nov		
14-Sep	5		26-Nov		
15-Sep	5		29-Nov		
16-Sep	5		22-Dic		
17-Sep	5	2.6	23-Dic		
18-Sep			24-Dic		
19-Sep	5	2.6	07-Ene	4.55	
20-Sep	5		08-Ene		
21-Sep	5		14-Ene		5

02-Oct			15-Ene		5
03-Oct	5	5	20-Ene	4.55	
04-Oct	5	5	03-Feb		
08-Oct			06-Feb		
09-Oct			<b>Total</b>	<b>94.1</b>	<b>43.4</b>
11-Oct					

**Tabla No 3 Estanque No. 3**

Fecha	DAP en K	Melaza en G	Fecha	DAP en K	Melaza en G
14/08/02	5	2.6	19/10/02		
15/08/02	5	2.6	20/10/01		
16/08/02	5	2.6	06/11/02		
17/08/02	5	2.6	07/11/02		
18/08/02	5	2.6	08/11/02		
19/08/02	5	2.6	09/11/02		
20/08/02	5	2.6	09/12/02		
13/09/02	5		10/12/02		
14/09/02	5		16/12/02		
15/09/02	5		17/12/02		
16/09/02	5	2.6	18/12/02		
17/09/02	5	2.6	22/12/02		
19/09/02	5	2.6	23/12/02		
20/09/02	5	2.6	24/12/02		
21/09/02	5	2.6	07/01/03		
01/10/03			08/01/03		
02/10/03			14/01/03		5
03/10/02	5		15/01/03		5
04/10/02	5		30/01/03	25	
08/10/02	5		31/01/03	4.55	
09/10/02	5		03/02/03		
10/10/02			07/02/03		
11/10/02			<b>Total</b>	<b>124.55</b>	<b>41.2</b>
13/10/02					
18/10/02					

**Tabla No. 4 Estanque No. 4**

Fecha	DAP en K	Melaza en G	Fecha	DAP en K	Melaza en G
12/08/02	5	2.6	11/10/01		
13/08/02	5	2.6	13/10/01		
14/08/02	5	2.6	14/10/01		
15/08/02	5	2.6	18/10/02		
16/08/02	5	2.6	19/10/02		
17/08/02	5	2.6	20/10/02		
18/08/02	5	2.6	06/11/02		
13/09/02	5		08/11/02		
14/09/02	5		09/11/02		
15/09/02	5		10/11/02		
16/09/02	5		13/11/02		
17/09/02	5	2.6	04/12/02		
18/09/02			05/12/02		

19/09/02	5	2.6	10/12/02		
20/09/02	5		22/12/02		
21/09/02	5		23/12/02		
02/10/01			24/12/02		
03/10/01	5		07/01/03	4.55	
04/10/01	5		14/01/03		5
08/10/01	5		15/01/03	4.55	5
09/10/01			03/02/03		
10/10/01			<b>Total</b>	<b>99.1</b>	<b>99.1</b>

#### 4.8- Manejo de los estanques

##### 4.8.1- Siembra en estanque de ciclo cerrado

La Postlarva utilizada fue de laboratorio, libre de mancha blanca. La densidad de siembra fue de 200 Pl /m<sup>2</sup> . La siembra se realizó en horas de la noche, usando redes de mano. El estadio de la postlarva sembrada fue Pl 8.

##### 4.8.2 Metodología de la alimentación

La metodología utilizada en la distribución del alimento en los estanques fue al boleó, esparciéndose de manera uniforme en todo el estanque.

##### 4.8.3 Estrategias de Alimentación

Las Postlarvas sembradas en cada estanque se iniciaron a alimentar dos horas después de la siembra, suministrándose una mezcla de dos alimentos diferentes: alimento para larva en polvo ½ tarro de Redir Reserve y cinco libras de RACE Way # 1. Esta mezcla se aplicó en los cuatro estanques, dos veces al día, la primera dosis fue a las 6 am y la segunda dosis fue a las 6 pm. Este alimento tiene un valor proteico del 50 %, e suministrándose por un periodo de siete días.

Después de los siete días Postlarvas fueron alimentadas con una mezcla de alimento balanceado al 17 % y 31 % de proteína para lo cual se hizo uso de una tabla de control diario de alimento siguiendo el régimen alimenticio que se describe a continuación .

##### 4.8.4 Estrategias de alimentación

Las estrategias de alimentación se hicieron de acuerdo a una tabla de alimentación proporcionada por la empresa que proveedora de alimento. Ver nexo No. 1. Durante el ciclo de cultivo se distribuyeron diferentes tipos de alimento con valores proteicos diferentes. Discusión Gráficos.

- Después de los 7 días se realizó el siguiente procedimiento.
- Del día 8 al 43, se alimentó con la mezcla del alimento balanceado de 17 y 31 % de proteína.
- Del día 44 al 77, se alimentó con una mezcla de alimento al 17 y 25 % de proteína.

- Del día 78 al 110, se alimenta con una mezcla de alimento de 17 y 31 % de nivel proteico.
- Alimentándose 5 veces al día .En las siguientes horas, 6 am,10 am, 2 pm, 6 am, y 10 pm.
- Al presentarse enfermedades tales como enfermedades infecciosas bacterianas se utilizó alimento con antibiótico específicamente oxicitetraciclina (OTC).

#### 4.8.4.1 Análisis de los alimentos suministrados

**Tabla No. 5 Composición proteica de los alimentos**

Descripción del alimento	Unidad de medida	Proteína	Humedad	Fósforo
PL Raceway Plus alimento granulado	%	<b>58.10</b>	<b>7.85</b>	<b>0.30</b>
Zeigler, Shrimp Grover SI-25, alimento peletizado	%	<b>33.80</b>	<b>8.79</b>	<b>1.40</b>
Zeigler, Pomd Stim 17-13, alimento peletizado	%	<b>17.21</b>	<b>8.60</b>	<b>1.29</b>
Zeigler, Shrimp Gra PV-25, alimento peletizado	%	<b>28.77</b>	<b>8.33</b>	<b>1.18</b>
Sinking Fish Food, Freight shipping Bag, alimento peletizado	%	<b>37.19</b>	<b>6.23</b>	<b>0.94</b>
KRUSTAPLUS. Inver. San Miguel, alimento peletizado	%	<b>25.41</b>	<b>7.04</b>	<b>0.57</b>

En la tabla se refleja el contenido de proteína, fósforo y humedad en porcentajes de los alimentos suministrados durante el estudio. El alimento que posee el mayor valor proteico de 58.10% para la aclimatación y durante los primeros siete días cultivo.

#### 4.8.5 Metodología de distribución del alimento

La metodología para la distribución del alimento en los estanques fue al azar, se distribuyó de manera uniforme en todo el estanque.

#### 4.8.6 Cantidad de Alimento

El alimento se calculó en dependencia de la biomasa existente en cada estanque, utilizándose una tasa de alimentación del 2-20 % .

Nota: en anexos ira la tabla de control de alimentación (Body-Weiht).

#### 4.8.7 Muestras realizados

##### Muestreo de crecimiento

Los muestreos de crecimiento se realizaron a partir de los 30 días de cultivo. Se utilizó una atarraya para realizar los muestreos, se tomaron 100 camarones y se pesaron uno a uno en una balanza gramera, se realizó una sumatoria de los pesos y se calculo el peso promedio de los camarones.



#### **4.8.8 Muestras de Población**

Para obtener los datos de la sobrevivencia durante el ciclo se siguió la siguiente metodología, se utilizó una atarraya para realizar los lances, asiéndose 10 lances/0.5 ha, los cuales se hacían detrás de los aireadores ubicados en los estanques como punto de referencia, se contaban los camarones capturados por cada lance y se llevaba un registro

#### **4.9 Calidad de agua**

##### **4.9.1 Encalado**

Las aplicaciones de cal durante el cultivo se realizaron cuando la alcalinidad presentó concentraciones menor a 100 mg/l, utilizándose cal hidratada ( $\text{Ca(OH)}_2$ ), estas aplicaciones se realizaron debido a que el medio debe ser alcalino para el desarrollo de las bacterias. Además de ser utilizada la cal para aumentar la alcalinidad fue utilizada como tratamiento cuando se presentaban altas producciones de fitoplancton y para controlar epibiontes en los camarones.

##### **4.9.2 Factores Químicos**

###### **a) Alcalinidad**

Los análisis de alcalinidad se realizaron dos veces por semana, los cuales fueron realizados por técnicos de la granja.

###### **b) Salinidad**

Los controles de salinidad se realizaron mañana y tarde, con el salinometro.

###### **c) Oxígeno Disuelto**

El oxígeno se monitoreo dos veces al día, utilizando el equipo de campo YSI 85.

###### **d) pH**

El pH se moni toreo diariamente por la tarde usando un pHmetro de campo.

###### **e) Nitrito, nitrato, amonio, fósforo y Sílice**

Estos metabolitos fueron analizados cada quince días en el Laboratorio de Físico- Química del Agua del CIDEA.

#### **5.9.3 Físicos**

##### **a) Temperatura**

Se monitoreo en horas de la mañana y tarde, con el equipo de campo YSI 55.

## b) Transparencia

Esta se monitoreó todos los días en horas de (11 a 1 am) a través del disco secchi.

### 4.10 Controles Patológicos

Durante el ciclo de cultivo se realizó un monitoreo de las siguientes patologías, Virus de mancha blanca, Virus del síndrome de Taura (TSV), Virus de la Necrosis Hipodérmica Hematopoyética Infecciosa (IHHNV), Hepatopancreatitis Necrotizante (NHP) que es una enfermedad de origen bacteriano y Vibrium. Estos análisis se realizaron a través de la técnica de PCR (Reacción en Cadena de la Polimerasa) por sus siglas en inglés, en el caso Vibrium se realizó a través de análisis microbiológicos.

### 4.11 Cosecha.

Para la cosecha durante el día se bajaron, los niveles de agua en un 50 – 60%, seguidamente se abrió la válvula de la compuerta de cosecha. La cosecha se llevó a cabo por la noche.

### 4.12 Medición de Variables

No	Variable	Descripción	Medición
1	<b>Factores Físicos y Químicos</b>	Los Factores físicos se refiere al control de temperatura y turbidez y los químicos a la salinidad y oxígeno.	La medición de temperatura, salinidad y oxígeno se realizaron mañana y tarde con el equipo YSI 55 y salinometro, los análisis de amonio, nitrito fósforo, nitrato, nitrógeno se realizaran cada quince días en el Laboratorio de Química de Agua.
2	<b>Prevalencia</b>	Son las enfermedades que se encontraron con mayor frecuencia durante el cultivo	Se monitorearan durante el ciclo desde antes de realizar la siembra.
3	<b>Crecimiento</b>	Se refiere al peso ganado de los camarones en cultivo durante una semana.	A través muestreos de crecimiento semanales, se toma una muestra de 100 camarones se pesan uno a uno y se saca el peso promedio
4	<b>Sobrevivencia</b>	Se refiere al porcentaje de camarones.	A través de los muestreos de población cada 15 días.
5	<b>Factor de Conversión</b>	Se refiere al peso ganado por	Se obtiene pesando las

	<b>alimenticia</b>	los camarones por el consumo del alimento.  FCA= Peso ganado sobre el alimento consumido	libras de camarón producidas y el registro de libras de alimento suministradas al estanque durante el ciclo.
6	<b>Rendimiento</b>	Son las libras de camarón producidas por estanque.	Se obtiene pesando la cantidad de camarones cosechados por estanque

## 5 Resultados y Discusión

El estudio tuvo una duración de 150 días, la siembra se realizó el día 13 de Septiembre de 2002 y la cosecha se realizó en la segunda semana de febrero de 2003, evaluándose las siguientes variables; factores físicos y químicos, crecimiento, conversión alimenticia, sobrevivencia, rendimiento y enfermedades mas comunes en el sistema.

### 5.1 Calidad del Agua en los estanques de Ciclo Cerrado

El manejo de la calidad del agua es de mucha importancia durante el cultivo de camarón, debido al uso del fertilizantes y alimento balanceado.

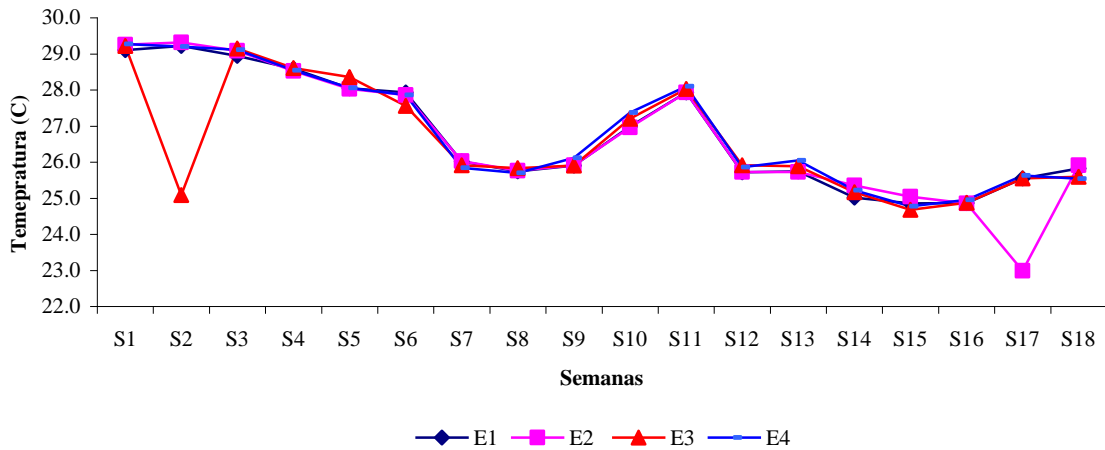
La calidad del agua es de vital importancia durante el cultivo del camarón. El estrés que las condiciones ambientales subóptimas ejercen en los organismos, extienden sus respuestas adaptativas mas allá de sus posibilidades, provocando un desgaste excesivo del organismo lo que permite un pobre desarrollo o llegando incluso a sufrir una enfermedad.

#### 5.1.1 Factores Físicos y Químicos

#### 5.1.2 Factores Físicos

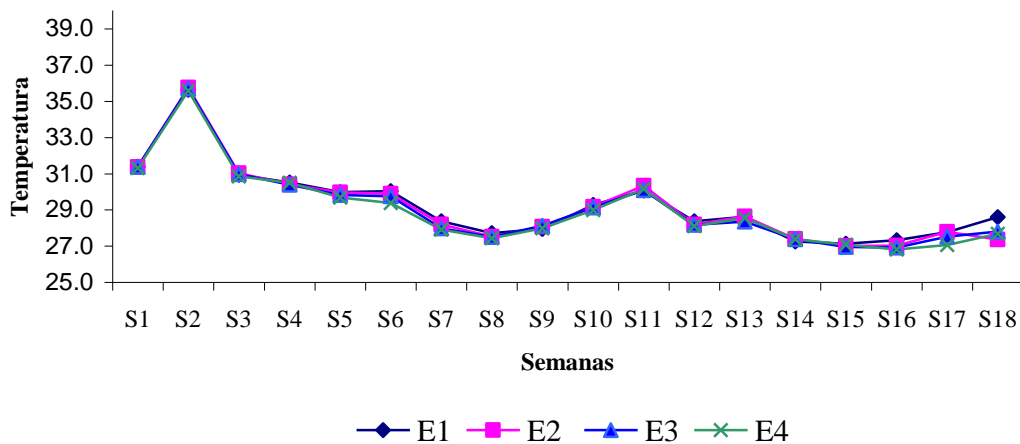
##### Temperatura

##### Gráfico No. 1 Comportamiento de la temperatura en horas de la mañana



En el gráfico No. 1, se muestra el comportamiento de la temperatura en horas de la mañana, observándose que los estanques presentaron un comportamiento similar durante el cultivo, excepto en la segunda semana de cultivo, debido a que en el estanque E3 se presentó la temperatura más baja de 25.1°C. Asimismo se observa que el estanque número dos, presentó la temperatura mas baja en la penúltima semana de cultivo de 23°C. De acuerdo al comportamiento de la temperatura en los estanques se mantuvo dentro de los rangos para un buen crecimiento de los camarones, excepto en el estanque E2 en la penúltima semana. Según Boyd, 2001, las especies de camarón de aguas cálidas crecen mejor a temperaturas entre 25°C y 32°C. Lo que indica que los procesos biológicos y químicos no fueron afectados por la temperatura, el valor promedio de temperatura presentado en la penúltima semana no afectó el crecimiento debido a que el mayor crecimiento se da en las primeras etapas. Los rangos de temperatura encontrados en el estanque E1 corresponden a 24.9 a 29.2 °C, en el E2 a 24.9 a 29.3 °C, en el E3 a 24.7 a 29.2 y en el E4 a 24.8 a 29.3 °C.

**Gráfico No 2. Comportamiento de la temperatura en horas de la tarde**

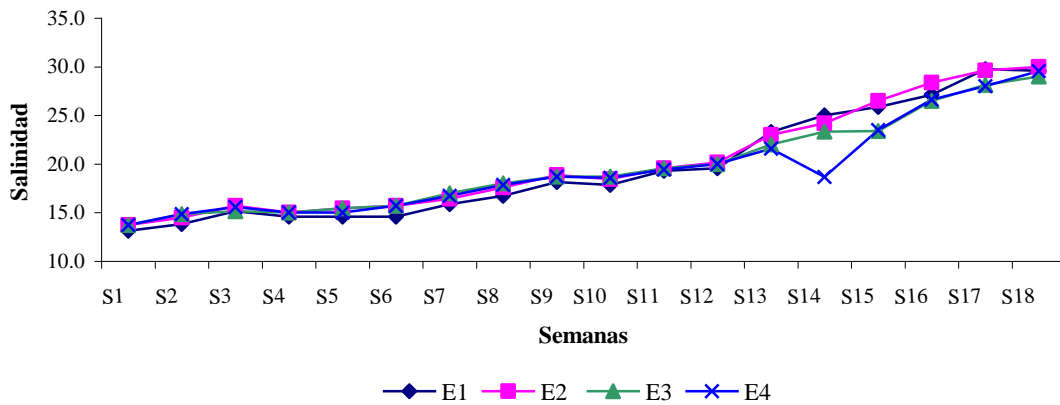


El gráfico número No.2 refleja el comportamiento promedio de la temperatura en horas de la tarde, observándose un comportamiento similar en todos los estanques durante todo el ciclo de cultivo, presentándose las temperaturas más altas en la segunda semana de cultivo siendo el promedio de 35.7 °C. Los registros de temperatura de la mañana y tarde no tuvieron influencias negativas sobre el crecimiento de los organismos. Se encontraron rangos de temperatura en el estanques E1 de 27.1 a 35.6 °C, en el E2 de 27.0 a 35.8 °C, en el E3 de 27.5 a 35.7 °C y en el E4 de 27.1 a 35.6 °C. Los rangos de temperatura

### 5.1.3 Factores Químicos

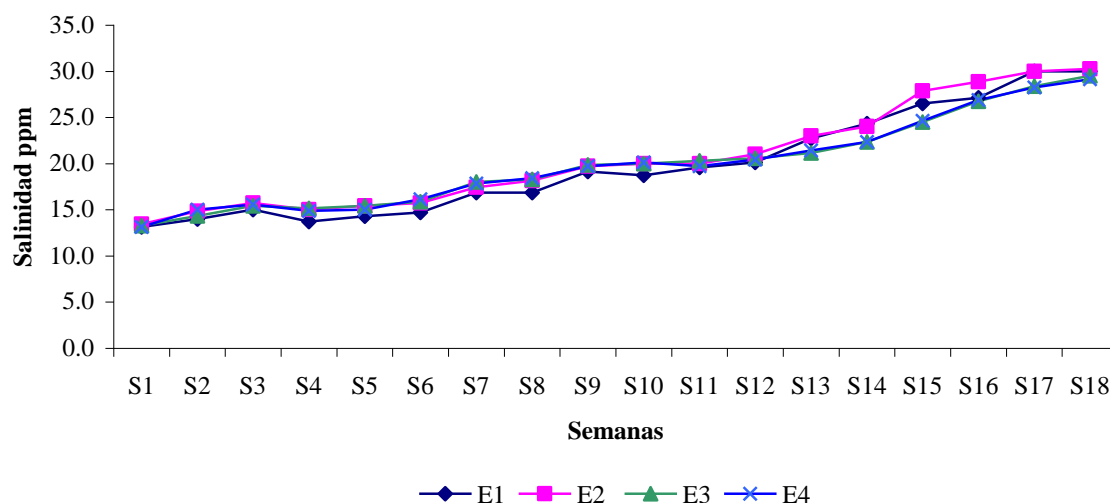
#### Salinidad

**Gráfico No. 3 Comportamiento de la salinidad en horas de la mañana**



En el gráfico No. 3, se observa el comportamiento de la salinidad promedio registrada en horas de la mañana. El comportamiento de la salinidad fue similar en todos los estanques, excepto en la semana número 15 en el estanque E4. Asimismo se observa que la salinidad presentó un comportamiento ascendente, lo cual es un comportamiento normal de la salinidad en este sistema, producto de la evaporación del agua en los estanques y a que no hay recambios de agua. El rango de salinidad en el estanque E1 fue de 13.1 a 29.8 ppm, en el E2, 13.7 – 30 ppm, en el E3, fue de 13.7 – 29 ppm y en el E4, fue de 13.7 a 29.6 ppm. Según Boyd, (2001), el camarón de cultivo se desarrolla mejor a una salinidad superior a 5 ppm y la mayoría de los productores la prefieren entre 20 y 25 ppm. En los estanques las mayores salinidades (por encima de de 25 ppm), se presentaron en las tres ultimas semanas de cultivo, esto se debe a lo explicado anteriormente, la evaporación del agua, no hubo recambios de agua y a que al final del cultivo se encontraba en la temporada seca. Por lo que se puede asumir, que estas salinidad no tuvieron un efecto negativo sobre el crecimiento de los organismos, ya que se contaba con camarones grandes y las mayores afecciones se dan en cuando estos están en desarrollo.

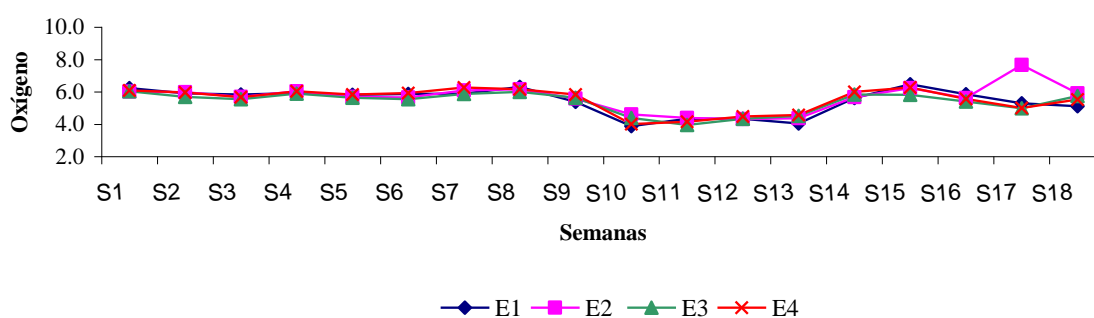
**Gráfico No. 4 Comportamiento de la salinidad en horas de la tarde**



**ppm:** mg/L

En el gráfico No 4, se refleja el comportamiento que presentó la salinidad en horas de la tarde en los cuatro estanques de cultivo, siendo el comportamiento ascendente y similar en los cuatro estanques, el rango de salinidad para el estanque E1, fue de 13.1 a 30 ppm, en el estanque E2 de 13.4 a 30.3 pmm, en el estanque E3, de 13.3 a 29.5 ppm y el estanque E4, de 13.1 a 29.1ppm. Los estanques E1 y E2 presentaron salinidades mayor a 25 ppm a partir de la semana 15 y los estanques E3 y E4 a partir de la semana número 16.

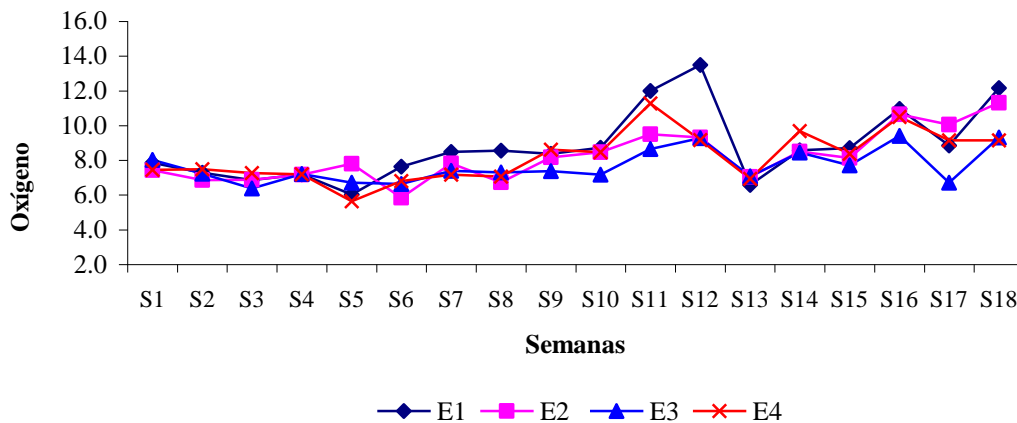
**Gráfico No. 5 Comportamiento del Oxígeno en horas de la mañana**



El gráfico No.5, presenta el comportamiento del oxígeno en horas de la mañana, observándose un comportamiento similar en los estanques, excepto en el estanque E2 en el cual se observa una lectura promedio de 7.7 mg/L en la penúltima semana de cultivo, siendo además esta, la concentración de oxígeno mas alta durante el ciclo, la concentración mas baja fue de 3.9 mg/L para el estanque E2. Los rangos promedios encontrados por estanque fueron en el estanque E1, de 3.9 - 6.3 mg/L, el E2, de 4.3 a 7.7 mg/L, el E3, de 4.0 a 6.0 mg/L y el estanque E4, de 4.0-6.2. Las concentraciones promedio registradas de 2 a 5 tienen un efecto negativo sobre el crecimiento de los camarones, siendo el

crecimiento lento, si los oxígenos bajos se prolongan. En los cuatro estanques durante las semanas 10,11,12 y 13 se presentaron concentraciones menores de 5 mg/l., por lo que puede asumirse que el efecto de estas concentraciones se manifestó en un crecimiento lento o en mayor susceptibilidad frente a enfermedades. Según Boyd (2001) concentraciones mayores a 5 mg/l son la mejor condición para el crecimiento adecuado. Durante el cultivo se contó con un aireación constante, en ocasiones durante el día parte de estos aireadores eran apagados con el fin de reducir gastos en el consumo de combustible y aprovechar la producción de oxígeno del plancton.

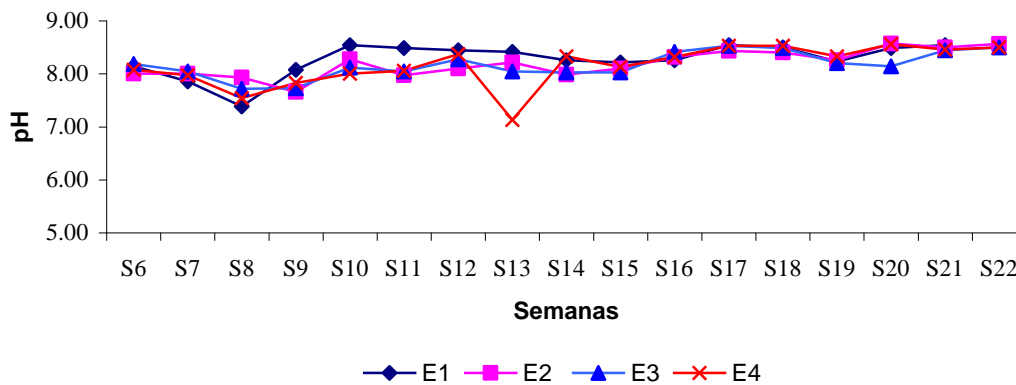
**Gráfico No. 6 Comportamiento del Oxígeno en horas de la tarde**



En el gráfico No. 6 se observa el comportamiento del oxígeno disuelto medido en horas de la tarde en los estanques de cultivo, el cual fue variado en cada uno de los estanques, encontrándose rangos promedios en el estanque E1 de 6.0 a 13.5 mg/L, en el E2, de 5.9 a 11.3 mg/L, en el E3, de 6.4 a 9.4 mg/L y en el E4, de 5.6 a 11.3 mg/L. La concentración mas alta se presentó en el estanque E1, siendo el valor promedio de 13.5 mg/L, el valor promedio mas bajo se registró en el estanque E2 de 5.9 mg/L. Las concentraciones promedio registradas durante el ciclo en los cuatro estanques, se encuentran dentro de los valores considerados óptimos para el buen desarrollo de los organismos, debido a que son concentraciones mayores a 5 mg/L.

**pH**

### Gráfico No. 7 Comportamiento del pH durante el cultivo



En el gráfico No. 7 se presenta el comportamiento del pH en los cuatro estanques de cultivo durante todo el ciclo, los registros de pH se iniciaron en la semana No.6, el comportamiento fue similar en los cuatro estanques, excepto en la semana de cultivo No. 13 ya que se presentó pH más bajo de 7.13. Los rangos promedios de pH en los estanques fueron para el estanque E1 de 7.39 a 8.54, en el E2 de 7.66 a 8.57, el E3 de 7.17 a 8.50, y el E4 de 7.13 a 8.56. Estos valores están dentro del rango establecido para el buen crecimiento de camarones de cultivo. Según Boyd, 2001, un rango de pH de 6 a 9 permite el mejor crecimiento de camarones en cautiverio. El pH más alto se presentó en el estanque E2 en la semana No. 22 correspondiendo a la última semana de cultivo. Las fluctuaciones presentadas en los estanques resultan de los cambios en la fotosíntesis del fitoplancton y otras plantas acuáticas, debido a que el dióxido de carbono es ácido. (Boyd,2001).

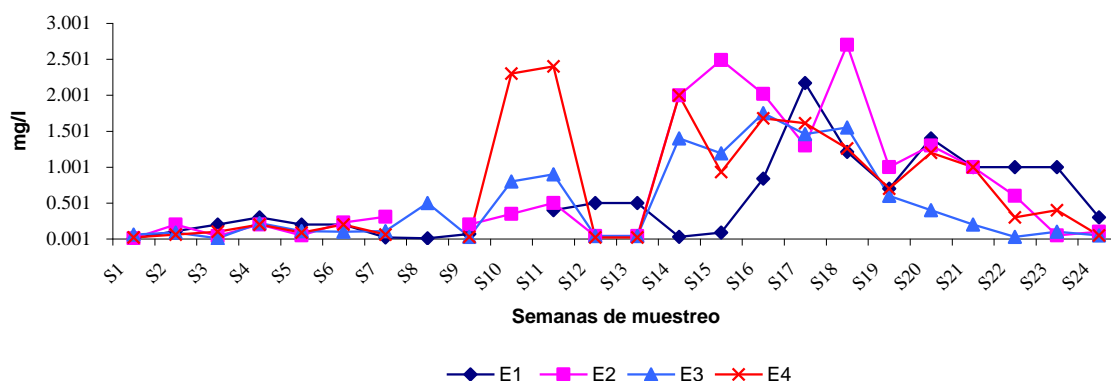
#### 5.1.4 Metabolitos Tóxicos

Por efecto del metabolismo de los organismos en los estanques, las concentraciones de amonio y nitrito pueden causar efectos negativos en los camarones.

#### Amonio

### Gráfico No. 8 Comportamiento del amonio durante el cultivo





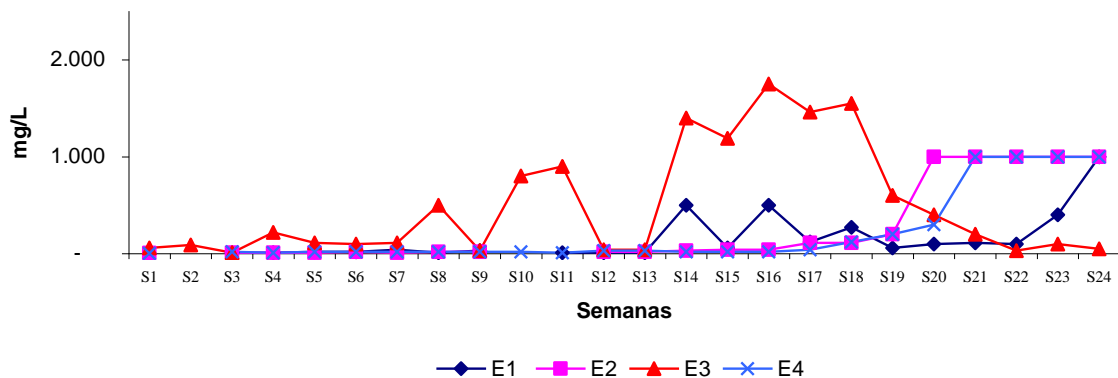
El amonio se presenta en dos formas en el agua, amonio no ionizado ( $\text{NH}_3$ ) y el ion amonio ( $\text{NH}_4$ ), conforme aumenta el pH, el amonio no ionizado crece en comparación con el ion amonio, también la temperatura del agua incrementa el amonio no ionizado. La toxicidad del amonio en organismos acuáticos generalmente se relaciona con el amonio no ionizado. (Boyd, 2001)

En el gráfico No, 8 se observa que el comportamiento del amonio en cada uno de los estanques fue similar de la primera semana hasta la No.7, en la semana No. 8, el estanque E2 presentó un incremento, el estanque E1 presentó el mismo comportamiento que las semanas anteriores, en el caso del E3 y E4 no se observa su comportamiento, debido a que no se tomaron muestras para su respectivo análisis. En la semana No. 10 los estanques E2, E3 y E4 presentaron un aumento en las concentraciones de amonio, para el estanque E1 no se tomó muestra, el estanque E4 presentó una mayor concentración en relación a los demás estanques, durante la semana No. 10 y 11, los valores fueron de 2.300 mg/l y de 2.400 mg/l respectivamente, este comportamiento, presentó una disminución en las semanas No. 12 y 13. Boyd, 2001, recomienda que para evitar estrés en los camarones es conveniente que el amonio no pase de 2 mg/l, por lo que las concentraciones promedios en las semanas No. 10 y 11, están por encima de lo recomendado por Boyd, las altas concentraciones de amonio son común en estanques con tasas altas de alimentación, y fertilizantes a base de amonio, provocando estrés en los organismos, y un desgaste excesivo del organismo lo que permite un pobre desarrollo, asimismo los hace susceptible a contraer enfermedades. A partir de las semana No. 14, los estanques presentaron un comportamiento similar el cual fue ascendente, excepto el estanque E1, el cual tendió a descender, pero en la semana No.16 el comportamiento fue ascendente,. Asimismo a medida que el camarón crece la materia orgánica es mayor lo que contribuye de gran manera a que se produzcan altas concentraciones de amonio.

Durante el ciclo se presentaron rangos de 0.010 a 2.170 mg/L en el estanque E1, de 0.010 a 2.700 mg/L en el E2, de 0.010 a 1.750 mg/L en el E3, de 0.020 a 2.400 mg/L en el E4.

## Nitrito

**Gráfico No. 9 Comportamiento del nitrito en los estanques de cultivo**

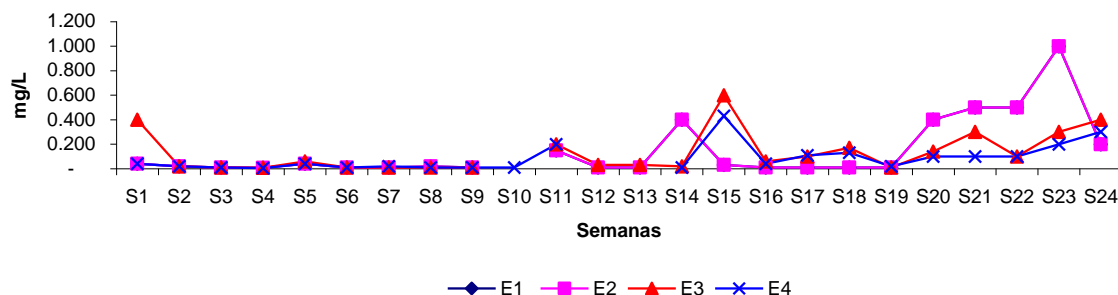


En el gráfico No. 9 se observa que el nitrito presentó un comportamiento similar en los estanques E1, E2 y E4, en el E3, se presentó un comportamiento variado durante el ciclo, las concentraciones fueron mayor a los demás estanques, con concentraciones de 1.19 a 1.550 mg/L durante 5 semanas consecutivas (desde la semana No 14 a la No.18), siendo en este estanque donde se presentaron las concentraciones mas altas, a partir de la semana No 19, las concentración de nitrito tendió a disminuir. Los rangos promedios encontrados para cada estanques son en el estanque E1 de 0.001-1.00 mg/L, en el E2 de 0.007-1.000 mg/L, en el E3 de 0.010 -1.750 mg/L y en el E4 de 0.004 -1.000 mg/L. En cultivos semi-intensivos, son pocas las ocasiones en las que el nitrito es superior a 1 ó 2 mg/L y la toxicidad no es problema, pero ha habido reportes de toxicidad por nitrito en estanques intensivos

## 5.1.5 Nutrientes

### Nitrato

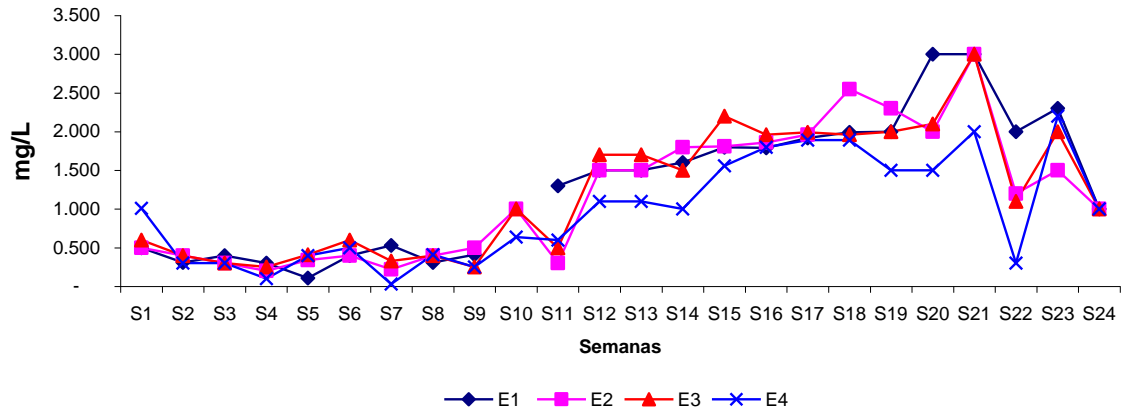
**Gráfico No. 10. Comportamiento del nitrato en los estanques**



En el gráfico No. 10, se aprecia que las concentraciones de nitrato fueron similares durante el ciclo de cultivo, a partir de la semana numero 20 las concentraciones tendieron a ser mayores, durante este período las concentraciones de nitrato fueron mayores en el estanque E2, excepto en la ultima semana de cultivo. Los rangos de nitrato en el estanque

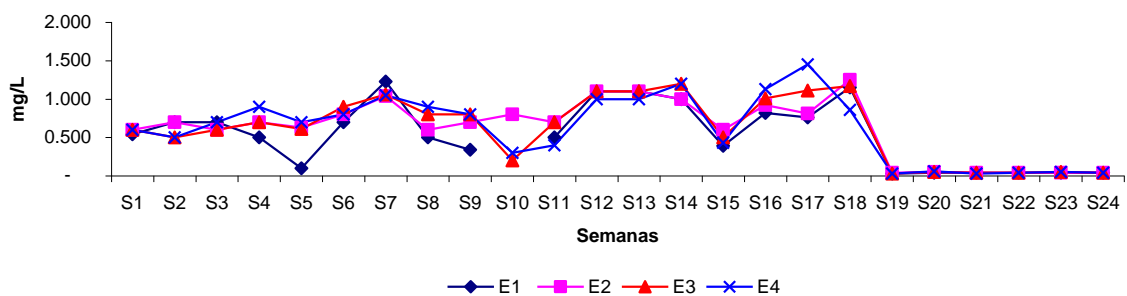
E1 fue de 0.007 a 1.0, en el E2 de 0.007 a 1.0, en el E3 de 0.006 a 0.400 y el E4 de 0.005 a 0.430 mg/L, Estos niveles están dentro del nivel máximo recomendado para estanques de cultivo el cual es de 0.2 a 10.0 mg/L (Boyd, 2001).

**Gráfico No. 11. Comportamiento del nitrógeno**



En el gráfico se observa que las concentraciones de nitrógeno fueron similares en los estanques, las concentraciones fueron aumentando a medida que transcurría las semanas de cultivo, asimismo se observa que a partir de la semana 21 las concentraciones, disminuyeron, siendo siempre superior a las primeras semanas de cultivo. Este comportamiento es debido al aumento de la materia orgánica en los estanques, por efecto del suministro de alimento, fertilización y aumento de la biomasa. Los rangos óptimos de nitrógeno son de 0.5 a 2.0 mg/L. Los rangos promedio de las concentraciones de nitrógeno en los estanques fue de 0.110 a 3.00 en el E1, en el E2 de 0.200 a 3.00, en el E3 de 0.250 a 3.00 y en el E4 de 0.030 a 2.200 mg/L

**Gráfico No. 12 Comportamiento del fósforo**



En el gráfico No. 12, se observa el comportamiento del fósforo, el cual fue similar en los cuatro estanques durante el ciclo, las concentraciones de fósforo presentaron una disminución a partir de la semana numero 19, los rangos encontrado por estanque para el E1 fue de 0.040 a 1.230, en el E2 de 0.040 a 1.250, en el E3 de 0.040 a 1.200 y en el E4 de 0.040 a 1.450 mg/L.

El nitrógeno y el fósforo, son los nutrientes mas importantes en los estanques, el crecimiento óptimo del fitoplancton depende de sus concentraciones. (Boyd,2001)

### 5.1.6 Alcalinidad

La alcalinidad es la concentración total de bases en el agua, la alcalinidad presentó comportamiento variable, siendo similar en los cuatro estanques, las concentraciones fueron mayor a medida que transcurrió el tiempo de cultivo. Los rangos de alcalinidad por cada estanque fue de 55 a 210 en el E1, de 73 a 218.6 en el E2, de 85 a 234.0 en el E3 y de 63 a 176.0 mg/L en el E4. La alcalinidad debe ser superior a 75 mg/L en los estanques camaroneros. (Boyd, 2001). Ver gráfico en anexo No.1

## 5.2 Prevalencia de Enfermedades durante el ciclo

### Resultados de los análisis microbiológicos

#### Vibrium Especie

**Tabla No. 6 Análisis de Muestras de Agua del ciclo cerrado por estanque**

Estanque	08 Ag	09 Se	05 JI	03 En	Rango permisible
E1	+	-	-	+	< 100 UFC/ml
E2	-	-	-	+	
E3	-	-	-	+	
E4	+	-	-	+	

-: Negativo (No hubo presencia del patógeno )

+: Positivo (Presencia del patógeno)

UFC: Unidades formadoras de colonia

Al realizar análisis microbiológico en el agua de los estanques antes de realizar la siembra, se determinó la presencia de vibrium especie en el estanque E1 y E4, con valores de 30 UFC/ml y de 20 UFC/ml respectivamente, siendo el rango permisible de 100 UF , en el E2 y E3 no se encontró presencia de Vibrium especie.

### Resultados de Análisis de PCR (Reacción en Cadena de la Polimerasa) por siglas en ingles

Se realizaron análisis de Virus de Mancha Blanca (WSSV), Síndrome del Virus de Taura (TSV), Necrosis Infecciosa Hipodermal y Hematopoyetica (IHHNV) y Hepatopancreatitis Necrotizante (NHP) a través de la técnica de PCR

**Tabla No. 7 Resultados de análisis de Mancha blanca en muestras de zooplancton y camarón**

Análisis realizados antes de la siembra en muestras de zooplancton									Análisis realizados en muestras de camarón							
Estanque	20 Jn	27 Jn	05 JI	16 JI	30 JI	13 Ag	27 Ag	11 Se	21 Se	08 Oc	15 Oc	26 Oc	13 Nv	1 En	4 En	14 en
E1	-	-	-		-		-	-	-	-	+	-	-	-		+
E2			-				-	-	-	-		-	-	-		
E3			-	-			-	-	-	-		-	-	-		
E4			-		-		-	-	-	-		-	-	-		

-: Negativo (No hubo presencia del patógeno )

+: Positivo (Presencia del patógeno)

**Tabla No.8 Resultados de análisis del Virus de Taura en muestras de zooplancton y camarón**

Análisis realizados antes de la siembra en muestras de zooplancton									Análisis realizados en muestras de camarón							
Estanque	20 Jn	27 Jn	05 JI	16 JI	30 JI	13 Ag	27 Ag	11 Se	21 Se	08 Oc	15 Oc	26 Oc	13 Nv	1 En	4 En	14 en
E1	-	-	+		-		-	-	-	-	+	-	-		-	
E2			+				-	-	-	+		-	-		+	
E3			+	-			-	-	-	+		-	-		+	
E4			-		-		-	-	-	+		-	-		+	

-: Negativo (No hubo presencia del patógeno )

+: Positivo (Presencia del patógeno)

**Tabla No.9 Resultados de los análisis de IHNV en muestras de zooplancton y camarón**

Análisis realizados antes de la siembra en muestras de zooplancton									Análisis realizados en muestras de camarón							
Estanque	20 Jn	27 Jn	05 JI	16 JI	30 JI	13 Ag	27 Ag	11 Se	21 Se	08 Oc	15 Oc	26 Oc	13 Nv	1 En	4 En	14 en
E1		-			-		-	-		+	-	-	+		-	
E2					-		-	-		+		-	+		-	
E3				-		-	-	-		+		-	+		+	
E4					-		-	-		+		-	+		+	

-: Negativo (No hubo presencia del patógeno )

+: Positivo (Presencia del patógeno)

**Tabla No. 10 Resultados de los análisis de NHP en muestras de zooplancton y camarón**

Análisis realizados antes de la siembra en muestras de zooplancton									Análisis realizados en muestras de camarón							
Estanque	20 Jn	27 Jn	18 Se	16 JI	30 JI	13 Ag	27 Ag	11 Se	21 Se	08 Oc	15 Oc	26 Oc	13 Nv	1 En	4 En	14 en
E1					-		-	+	-				-			
E2					-		-	+	-				+			
E3				-		-	-	+	-				+		+	
E4					-		-	-	-				-		+	

-: Negativo (No hubo presencia del patógeno )

+: Positivo (Presencia del patógeno)

De acuerdo a las tablas No. 7,8,9 y 10, el virus de Taura presentó mayor prevalencia durante el ciclo de cultivo, la presencia de este fue determinada antes de la siembra de las larvas de camarón *Litopenaeus vannamei* en los estanques E1, E2 y E3. Después de la siembra los estanques que presentaron presencia del virus fueron el E2, E3 y el E4. El síndrome de Taura es una enfermedad que se presenta durante la fase de crianza de *Penaeus vannamei* entre los 14 y 40 días después de la siembra, típicamente afecta a juveniles de 0.05 gramos a menos de 5 gramos. El virus de IHHNV y NHP (enfermedad de origen bacteriano) presentaron prevalencia pero en menor proporción que el virus de Taura en los estanque durante el cultivo. El virus de mancha blanca solo se encontró en el estanque E1. El virus de IHHNV, está tipificada como una enfermedad de tipo crónico, asimismo el síndrome de enanismo y deformaciones en camarones han sido ligados al IHHNV, en lo que respecta al NHP, los camarones infectados presentan una drástica reducción en el consumo de alimento y el crecimiento, debilidad, letargia y mortalidad. NHP se presenta en camarones juveniles y subadultos de *Litopenaeus vannamei*. En relación al virus de mancha blanca los camarones agudamente afectados muestran una rápida reducción en el consumo de alimento y se presentan altos índices de mortalidad alcanzando el 100% en 3 a 10 días de haberse establecido los signos.

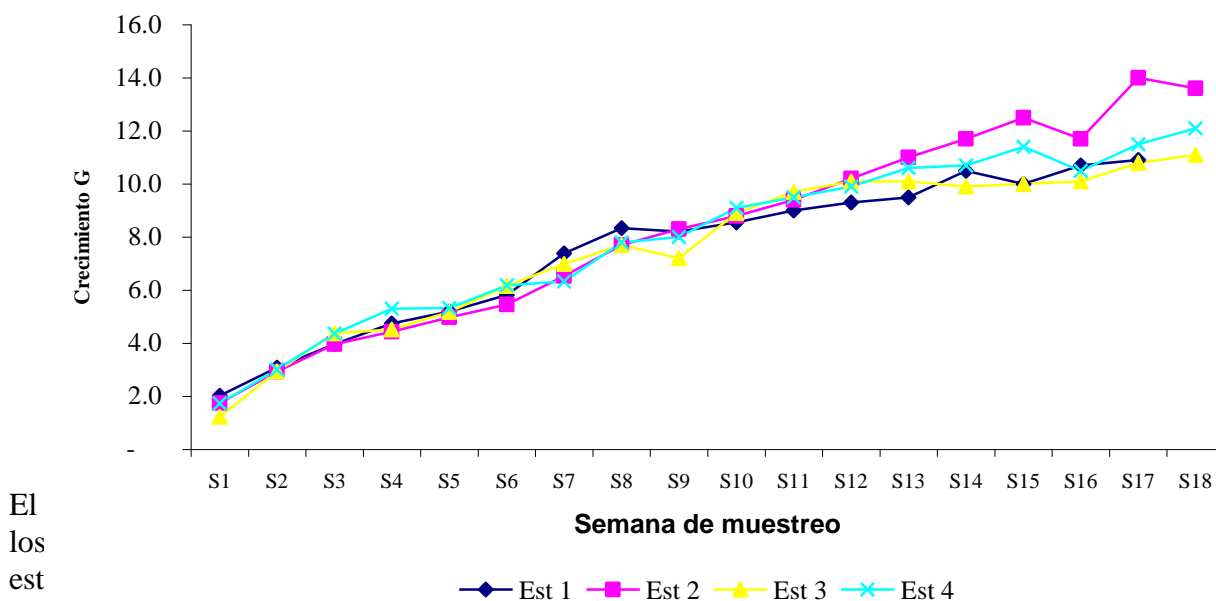
Cabe destacar que durante el cultivo se presentaron altas concentraciones de amonio y concentraciones de oxígeno menor a 5 mg/L, lo que provoca alteraciones en los organismos, causándoles estrés lo que los hace mas susceptible a las enfermedades.

Las enfermedades son causantes de grandes mortalidades y por ende de perdidas económicas en las granjas camaroneras.

### 5.3 Crecimiento de camarones en el Sistema de Ciclo de Cerrado

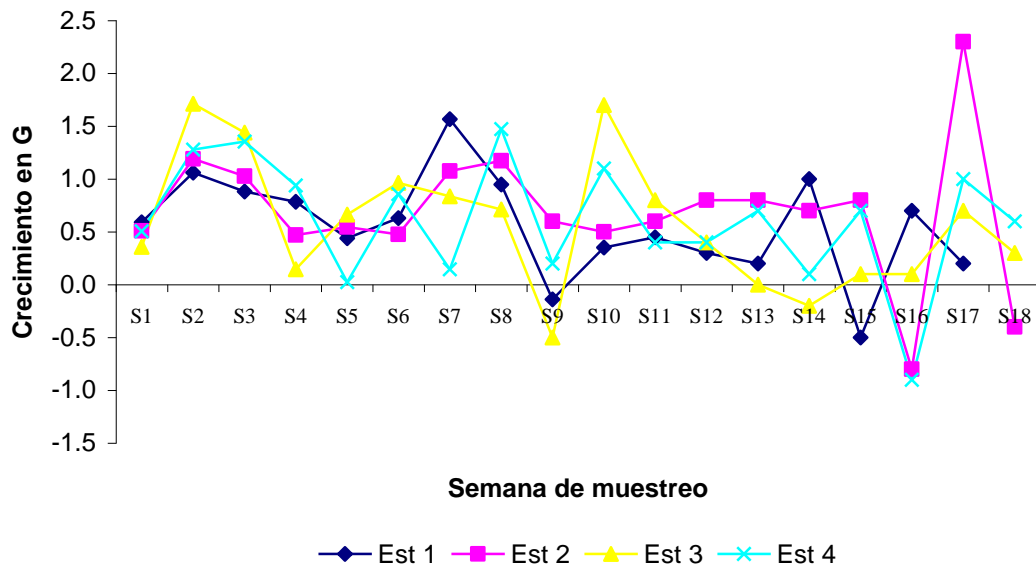
#### Crecimiento

Gráfico No.13 Comportamiento del crecimiento del camarón



variaciones en el crecimiento. Observándose que el estanque E2 presentó el mejor crecimiento y el menor crecimiento en el E3.

**Gráfico No. 14 Ritmo de crecimiento semanal en gramo**



Para obtener el crecimiento semanal de los camarones por estanque se hicieron muestreos de semanales de crecimiento a partir de la semana No. 5 de cultivo. De acuerdo al gráfico el ritmo de crecimiento en gramo fue variable en los estanques. En las primeras ocho semanas de muestreo hubo crecimiento en los estanques, excepto en la semana No. 5 en el estanque E4, el cual no presentó incremento. El rango de crecimiento en estas semanas fue de 0.4 a 1.1 gr en el E1, de 0.5 a 1.2 gr en el E2, de 0.1 a 1.7 gr en el E3 y de 0.0 a 1.5 gr en el E4. Durante este período el mayor ritmo de crecimiento se reportó en el E3 con un valor de 1.7gr, en la segunda semana de muestreo. En la semana No.9 de muestreo, el ritmo de crecimiento fue negativo en el estanque E1 y E3, en la semana No. 14 se presentó solo en el estanque E3 este comportamiento, de igual manera se comportó en la semana No. 15 el estanque E1 y en la semana 16 el estanque E4 presentó un ritmo de crecimiento negativo.

Según Fox J (2001), incrementos entre 0.85 y 1.20 gramos son probablemente adecuados. Sin embargo, si el incremento semanal cae por debajo de 0.7 gramos, existe la posibilidad de que el estanque esté subalimentado como resultado de una mayor sobrevivencia o un error en la siembra. Esto puede resultar de una sub estimación de la ración.

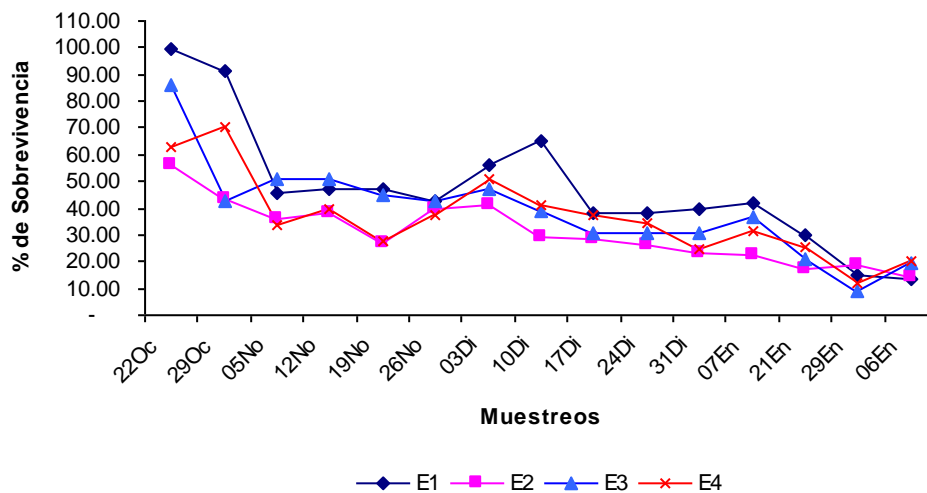
De acuerdo a los rangos existentes antes de la semana No. 8 de muestreo. En la primer semana de muestreo los rangos de crecimiento estuvieron por debajo de lo establecido por Fox. Pero a partir de la segunda semana de muestreo hasta la No. 8, en lo general el crecimiento fue similar a lo descrito por Fox. De la semana No. 9 a la 18, en su mayoría el crecimiento semanal estuvo por debajo a de 0.85 gramos, excepto en la semana No. 14 del estanque E1, el ritmo de crecimiento fue de 1 gr, en el E2 en la semana 17 de 2.3 gr, en el E3 de en la semana 10 de 1.7 g y en el E4 de 1.1 en la semana No. 10, en las demás

semana el ritmo de crecimiento fue inferior a 0.85 gramos, presentándose además ritmos de crecimientos negativos.

Este comportamiento se debe a la presencia enfermedades en los camarones en cultivo tales como Taura, IHNV y NHP las que causan en los camarones una drástica reducción en el consumo de alimento y el crecimiento. El crecimiento además de verse afectado por las enfermedades, fue influenciado de manera negativa por las altas concentraciones de amonio lo que provoca estrés en los camarones y a las concentraciones de oxígeno menores de a 5 mg/L durante cuatro semanas consecutivas en los estanques durante el ciclo de cultivo, lo que se manifiesta en un crecimiento lento y mayor susceptibilidad a las enfermedades.

## Sobrevivencia

**Gráfico No. 15 Comportamiento de la sobrevivencia**

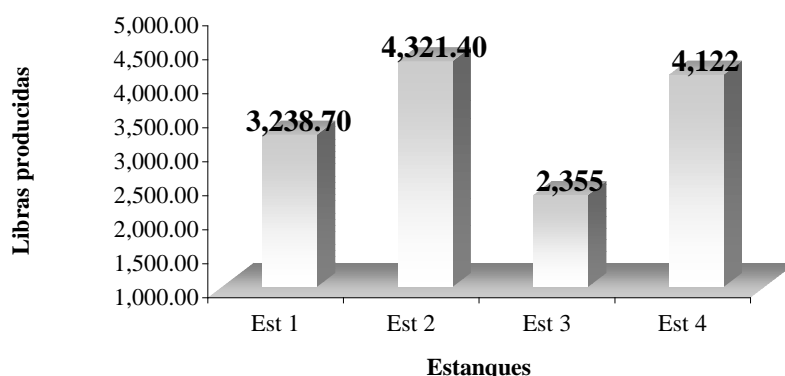


En el gráfico se refleja el comportamiento de la sobrevivencia en los estanques durante el ciclo de cultivo, el comportamiento es variable, siendo similar para los cuatro estanques. Asimismo se observa que la sobrevivencia fue baja en los cuatro estanques. Las mortalidades se pueden atribuir a la presencia de enfermedades de Taura que es la enfermedad que presentó mayor prevalencia, IHNV, NHP y Mancha Blanca, siendo esta última causante de altas mortalidades. El gráfico refleja que el estanque E1 presentó la sobrevivencia más baja de 13.33%, atribuyéndose las altas mortalidades a la presencia del virus de Mancha Blanca en este estanque, dicho virus es causante de altas mortalidades del camarón en los estanques, debido a que fue en el único estanque que se encontró la presencia del virus. El estanque E2 presentó una sobrevivencia similar al E1 de 13.97. La sobrevivencia mas alta se presentó en el estanque E4 de 19.94%, el E3 presentó una sobrevivencia similar de 19.46%. Las enfermedades disminuyen el consumo de alimento en los organismo lo cual no permitió un buen desarrollo por falta de los nutrientes necesarios para su desarrollo normal, provocando enanismo, lo que al final produjo altas mortalidades.

## 5.5 Rendimiento



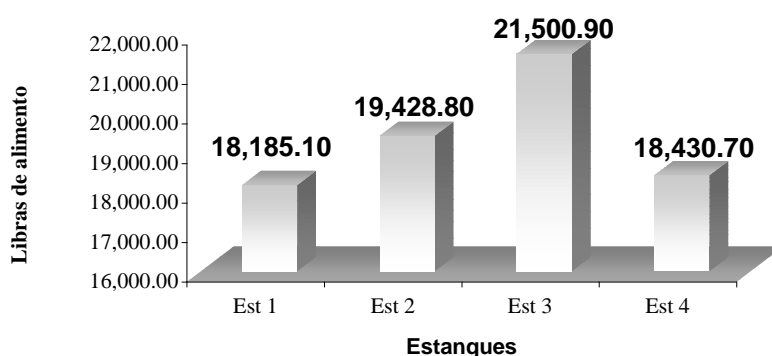
**Gráfico No.15 Libras de camarón producidas por estanque**



El gráfico muestra, la producción en libras en por estanque, apreciándose que el estanque E4 presentó un mayor rendimiento en libras de 4,321.40 libras y el de menor rendimiento fue el estanque E2 en el cual se obtuvo un rendimiento de 2,355 libras. Los estanque E1 y E4, tuvieron un rendimiento similar al estanque E2. Los rendimiento obtenidos por hectárea son menores son relativamente bajos, debido a que en este sistema los rendimientos son aproximadamente de 10, 000 libras por hectárea, obteniéndose durante el cultivo un promedio de 3,509.27 libras por estanque de 0.5 hectáreas, la baja producción en los estanques se asocia a la presencia de enfermedades, lo que provocó altas mortalidades.

## 5.6 Alimento suministrado

**Gráfico No.16 Libras de alimento suministrado por estanque**

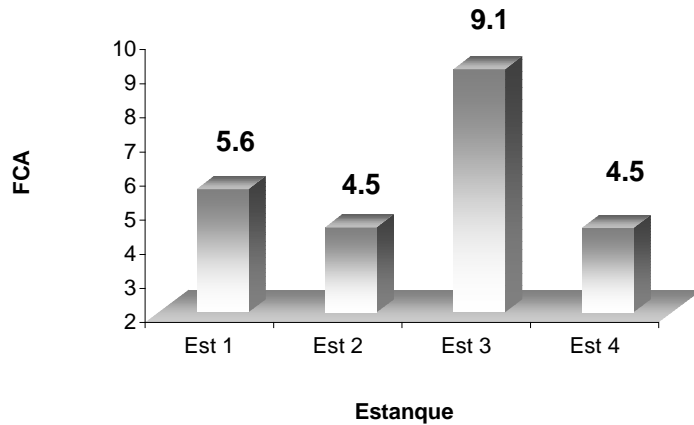


A un que el alimento suministrado no es una variable de estudio se incluyó en los resultados, debido a que este estudio es uno de los primero que se hace en Nicaragua y no existe mucha información referente al manejo de este sistema, el gráfico muestra que en el estanque E3 se suministró mas alimento que en el E1, E2 y E3, en los cuales es similar la cantidad de alimento suministrada. Cabe señalar que la ración de alimentó se determinó de acuerdo a una tabla facilitada por la empresa proveedora de alimento. Ver en anexo.2 De acuerdo a la producción obtenida por estanque, el alimento suministrado indica una sobre

alimentación lo cual se asume que se debió al problema de no poder realizar una estimación de la población existente, en los estanques.

## 5.7 Factor de conversión alimenticia

**Gráfico No.17 Factor de conversión alimenticia encontrado por estanque**



En el gráfico se presenta los factores de conversión alimenticia que se obtuvieron al final de cosecha, siendo en el estanque E3, donde se obtuvo la mayor conversión alimenticia de 9.1. Los valores del factor de conversión alimenticia encontrados por estanque son altos o están por encima a los valores de conversión alimenticia, adecuados en los sistemas de cultivo acuicolas. Samocha, citado Fox J (2001), en estanques superintensivos con aireación sembrados a 60 camarones por  $m^2$  valores aproximados de factor de conversión alimenticia de 1.5:1 han sido posibles con solamente 2 alimentaciones diarias. Durante el estudio se realizaron 5 alimentaciones al día, sembró a 200 Pl/ $m^2$ . Los factores de conversión alimenticia encontrados indican que hubo una sobre alimentación en los estanques, lo que se puede atribuir a que no se contaba con una estimación de la sobrevivencia. También se puede atribuir a la presencia de enfermedades en los organismos, lo que provocó una disminución en el consumo del alimento, y por ende a altos factores de conversión alimenticia, al no ganar peso y por las altas mortalidades presentadas al final del cultivo, lo cual se puede observar en el gráfico No. 15, y la alimentación se mantuvo normal hasta el final ciclo, lo que también provocó los altos factores de conversión alimenticia.

## 6 Conclusiones

El ritmo de crecimiento durante el ciclo de cultivo fue variable, en la primeras ocho semanas de muestreo hubo crecimiento en los estanques, a excepción de la semana No. 5, en el estanque E4, el cual no presentó incremento. El rango de crecimiento en estas semanas fue de 0.4 a 1.1 gr en el E1, de 0.5 a 1.2 gr en el E2, de 0.1 a 1.7 gr en el E3 y de 0.0 a 1.5 gr en el E4. En lo que resta del ciclo el ritmo de crecimiento fue lento y en algunas semanas se presentó un comportamiento negativo en los estanques.

Los rendimientos en libras en los estanques fueron relativamente bajos de acuerdo a los rendimientos esperados de 10, 000 libras por hectárea, siendo el promedio por estanque de 0.5 hectárea cada uno de 3,509.27 libras, es decir 7,000 lbs/ hectárea.

El factor de conversión alimenticia obtenido fue alto en los cuatro estanques, siendo el E3 el que presentó el factor de conversión alimenticia mas alto de 9.1 y el mas bajo fue de 4.5 en los estanques E2 y E4, lo que se puede atribuir a la presencia de enfermedades en los organismos, lo que provocó una disminución en el consumo del alimento, y por ende a altos factores de conversión alimenticia, al no ganar peso y las altas mortalidades presentadas.

Los factores físicos y químicos presentaron un comportamiento adecuado, excepto el amonio que presentó altas concentraciones debido a tasas altas de alimentación y uso de fertilizantes, y el oxígeno que durante cuatro semanas consecutivas presentó concentraciones menores a 5 mg/L, las cuales se manifiestan en un crecimiento lento o en mayor susceptibilidad a las enfermedades.

La enfermedad de mayor prevalencia fue el virus de Taura, seguido de IHHNV y NHP y en menor proporción el virus de mancha blanca. Debido a que durante el cultivo se presentaron altas concentraciones de amonio y bajas concentraciones de oxígeno, lo que provoca alteraciones en los organismos, causándoles estrés y los hace mas susceptible a las enfermedades.

## **7 Recomendaciones**

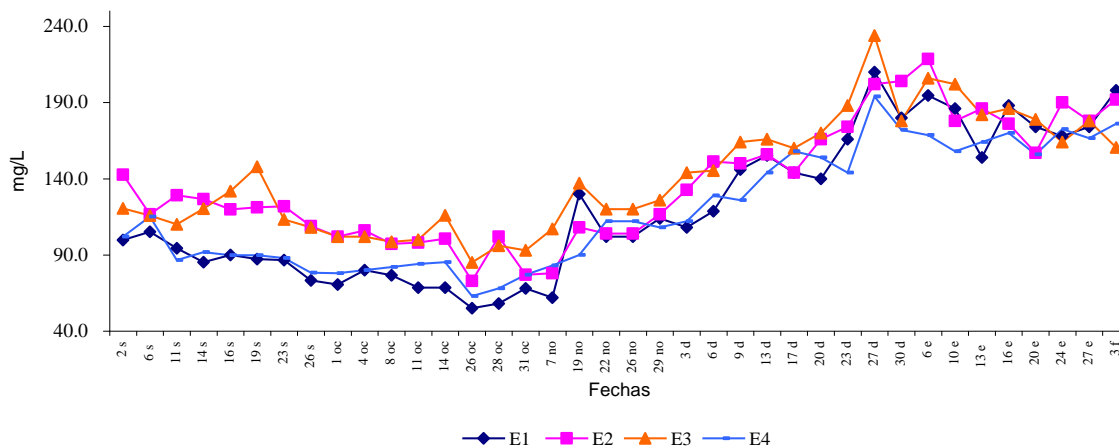
Debido a las altas densidades sembradas el camarón se hace mas sensible al estrés, por lo que se recomienda en ciclos por posteriores bajar la densidad de siembra, para evitar la proliferación de enfermedades, lo que permitiría tener mejores rendimientos de producción.

## **8 Bibliografía**

- La información presentada en el marco teórico son parte de los conocimientos adquiridos por el personal técnico del CIDEA al funcionar como contraparte, ya que el proyecto fue dirigido por NOAA y USDA.
- Saborío C. Agnés, 2002. La camaronicultura en Nicaragua 2001.
- Boyd C, 2001. Consideraciones sobre calidad de agua y del suelo en cultivos de camarón en Métodos para mejorar la camaronicultura en Centroamérica.
- Fox J, Treece G, 2001. Nutrición y Manejo del Alimento en Métodos para mejorar la camaronicultura en Centroamérica.
- Bravo Juan R, 2003. Comunicación personal.

## Anexos

### Anexo No. 1 Gráfico de Alcalinidad



### Anexo No.2 Tabla de Alimentación (Sugerida por Zeiger)

Días de cultivo	Tamaño	Sobrevivencia	Ant Stkd	Total weith	% BW	Amt fed	Larval	#1
A+1	0.1	0.95	1,000,000	95	5%	4.8	4.4	
A+2	0.15	0.95	1,000,000	142.5	5%	7.1	4.4	
A+3	0.2	0.95	1,000,000	190	5%	9.5	2.2	
A+4	0.25	0.95	1,000,000	237.5	5%	11.9	2.2	
A+5	0.3	0.95	1,000,000	285	5%	14.3	2.2	
A+6	0.4	0.94	1,000,000	376	5%	18.8	2.2	
A+7	0.5	0.93	1,000,000	465	5%	23.3		10
A+8	0.6	0.92	1,000,000	552	5%	27.6		10
A+9	0.7	0.91	1,000,000	637	5%	31.9		15
A+10	0.8	0.9	1,000,000	772	4%	28.8		15
A+11	0.9	0.89	1,000,000	801	4%	32		15
A+12	1	0.88	1,000,000	880	4%	35.2		15
A+13	1.1	0.87	1,000,000	957	4%	38.3		15
A+14	1.15	0.86	1,000,000	989	4%	39.6		15
A+15	1.2	0.85	1,000,000	1020	4%	40.8		
A+16	1.25	0.84	1,000,000	1050	4%	12		
A+17	1.3	0.83	1,000,000	1079	4%	43.2		
A+18	1.35	0.82	1,000,000	1107	4%	44.3		
A+19	1.4	0.81	1,000,000	1134	4%	45.4		
A+20	1.45	0.8	1,000,000	1160	3.50%	40.6		
A+21	1.5	0	1,000,000	1185	3.50%	41.5		
A+22	1.6	0.79	1,000,000	1248	3.50%	43.7		
A+23	1.7	0.78	1,000,000	1309	3.50%	45.8		
A+24	1.75	0.77	1,000,000	1330	3.50%	46.6		
A+25	1.8	0.76	1,000,000	1350	3.50%	47.3		
A+26	1.85	0.75	1,000,000	1369	3.50%	47.9		

A+27	1.9	0.74	1,000,000	1387	3.50%	48.5		
A+28	2	0.73	1,000,000	1440	3.50%	50.4		
A+29	2.1	0.72	1,000,000	1491	3.50%	52.2		
A+30	2.15	0.71	1,000,000	1505	3%	45.2		
A+31	2.2	0.7	1,000,000	1540	3%	46.2		
A+32	2.3	0.7	1,000,000	1610	3%	48.3		
A+33	2.4	0.7	1,000,000	1680	3%	50.4		
A+34	2.5	0.7	1,000,000	1750	3%	52.5		
A+35	2.6	0.7	1,000,000	1794	3%	53.8		
A+36	2.7	0.69	1,000,000	1863	3%	55.9		
A+37	2.8	0.69	1,000,000	1932	3%	58		
A+38	2.9	0.69	1,000,000	2001	3%	60		
A+39	3	0.69	1,000,000	2070	2.50%	51.8		
A+40	3.1	0.69	1,000,000	2108	2.50%	52.7		
A+41	3.2	0.68	1,000,000	2176	2.50%	54.4		
A+42	3.3	0.68	1,000,000	2244	2.50%	56.1		
A+43	3.4	0.68	1,000,000	2312	2.50%	57.8		
A+44	3.5	0.68	1,000,000	2380	2.50%	59.5		
A+45	3.6	0.68	1,000,000	2412	2.50%	60.3		
A+46	3.7	0.67	1,000,000	2479	2.50%	62		
A+47	3.8	0.67	1,000,000	2546	2.50%	63.7		
A+48	3.9	0.67	1,000,000	2613	2.50%	65.3		
A+49	3.95	0.67	1,000,000	2646.5	2.50%	66.2		
A+50	4	0.67	1,000,000	2640	2.00%	52.8		
A+51	4.1	0.66	1,000,000	2706	2.00%	54.1		
A+52	4.2	0.66	1,000,000	2772	2.00%	55.4		
A+53	4.3	0.66	1,000,000	2838	2.00%	56.8		
A+54	4.4	0.66	1,000,000	2904	2.00%	58.1		
A+55	4.5	0.66	1,000,000	2925	2.00%	58.5		
A+56	4.6	0.65	1,000,000	2990	2.00%	59.8		
A+57	4.7	0.65	1,000,000	3055	2.00%	61.1		
A+58	4.8	0.65	1,000,000	3120	2.00%	62.4		
A+59	4.9	0.65	1,000,000	3185	2.00%	63.7		
A+60	5	0.65	1,000,000	3200	2.00%	64		
A+61	5.1	0.64	1,000,000	3264	2.00%	65.3		
A+62	5.2	0.64	1,000,000	3328	2.00%	66.6		
A+63	5.3	0.64	1,000,000	3392	2.00%	67.8		
A+64	5.4	0.64	1,000,000	3456	2.00%	69.1		
A+65	5.5	0.64	1,000,000	3465	2.00%	69.3		
A+66	5.6	0.63	1,000,000	3528	2.00%	70.6		
A+67	5.7	0.63	1,000,000	3591	2.00%	70.8		
A+68	5.8	0.63	1,000,000	3654	2.00%	73.1		
A+69	5.9	0.63	1,000,000	3717	2.00%	74.3		
A+70	6	0.62	1,000,000	3720	2.00%	74.4		
A+71	6.1	0.62	1,000,000	3782	2.00%	75.6		
A+72	6.25	0.62	1,000,000	3875	2.00%	77.5		
A+73	6.4	0.62	1,000,000	3968	2.00%	79.4		
A+74	6.5	0.62	1,000,000	4030	2.00%	80.6		
A+75	6.6	0.61	1,000,000	4026	2.00%	80.5		
A+76	6.8	0.61	1,000,000	4148	2.00%	83		
A+77	7	0.61	1,000,000	4270	2.00%	85.4		

A+78	7.2	0.61	1,000,000	4392	2.00%	87.8	
A+79	7.3	0.61	1,000,000	4453	1.80%	77.9	
A+80	7.4	0.6	1,000,000	4440	1.80%	77.7	
A+81	7.6	0.6	1,000,000	4560	1.80%	79.8	
A+82	7.7	0.6	1,000,000	4620	1.80%	80.9	
A+83	7.8	0.6	1,000,000	4680	1.80%	81.9	
A+84	8	0.6	1,000,000	4800	1.80%	84	
A+85	8.2	0.59	1,000,000	4836	1.80%	86	
A+86	8.3	0.59	1,000,000	4954	1.80%	86.7	
A+87	8.4	0.59	1,000,000	4956	1.80%	86.7	
A+88	8.6	0.59	1,000,000	5074	1.80%	88.8	
A+89	8.7	0.59	1,000,000	5133	1.80%	89.8	
A+90	8.8	0.58	1,000,000	5104	1.80%	89.3	
A+91	9	0.58	1,000,000	5220	1.80%	91.4	
A+92	9.1	0.58	1,000,000	5278	1.80%	92.4	
A+93	9.3	0.58	1,000,000	5394	1.80%	94.4	
A+94	9.5	0.58	1,000,000	5110	1.80%	96.4	
A+95	9.6	0.57	1,000,000	5472	1.80%	95.8	
A+96	9.7	0.57	1,000,000	5529	1.80%	96.8	
A+97	9.9	0.57	1,000,000	5643	1.80%	98.8	
A+98	10	0.57	1,000,000	5700	1.80%	99.8	
A+99	10.1	0.57	1,000,000	5757	1.50%	86.4	
A+100	10.3	0.56	1,000,000	5768	1.50%	86.5	
A+101	10.4	0.56	1,000,000	5824	1.50%	87.4	
A+102	10.6	0.56	1,000,000	5936	1.50%	89	
A+103	10.7	0.56	1,000,000	5992	1.50%	89.9	
A+104	10.9	0.56	1,000,000	6104	1.50%	91.6	
A+105	11	0.55	1,000,000	6050	1.50%	90.8	
A+106	11.1	0.55	1,000,000	6105	1.50%	91.6	
A+107	11.3	0.55	1,000,000	6215	1.50%	93.2	
A+108	11.4	0.55	1,000,000	6270	1.50%	94.1	
A+109	11.6	0.55	1,000,000	6380	1.50%	95.7	
A+110	11.7	0.54	1,000,000	6318	1.50%	94.8	
A+111	11.9	0.54	1,000,000	6426	1.50%	96.4	
A+112	12	0.54	1,000,000	6480	1.50%	97.2	
A+113	12.1	0.54	1,000,000	6534	1.50%	98	
A+114	12.3	0.54	1,000,000	6642	1.50%	99.6	
A+115	12.4	0.53	1,000,000	6572	1.50%	98.6	
A+116	12.6	0.53	1,000,000	6678	1.50%	100.2	
A+117	12.8	0.53	1,000,000	6784	1.50%	101.8	
A+118	12.9	0.53	1,000,000	6837	1.50%	102.6	
A+119	13	0.53	1,000,000	6890	1.50%	103.4	
A+120	13.1	0.52	1,000,000	6812	1.50%	102.2	
A+121	13.3	0.52	1,000,000	6916	1.50%	103.7	
A+122	13.5	0.52	1,000,000	7020	1.50%	105.3	
A+123	13.6	0.52	1,000,000	7072	1.50%	106.1	
A+124	13.8	0.52	1,000,000	7176	1.50%	107.6	
A+125	13.9	0.51	1,000,000	7089	1.50%	106.3	
A+126	14	0.51	1,000,000	7140	1.50%	107.1	
A+127	14.1	0.51	1,000,000	7191	1.50%	107.9	
A+128	14.3	0.51	1,000,000	7293	1.50%	109.4	

A+129	14.5	0.51	1,000,000	7393	1.50%	92.4		
A+130	14.7	0.5	1,000,000	7493	1.50%	91.3		
A+131	14.8	0.5	1,000,000	7400	1.30%	92.5		
A+132	14.9	0.5	1,000,000	7450	1.30%	93.1		
A+133	15	0.5	1,000,000	7500	1.30%	93.8		
A+134	15.1	0.5	1,000,000	7550	1.30%	94.4		
A+135	15.3	0.5	1,000,000	7650	1.30%	95.6		
A+136	15.5	0.5	1,000,000	7750	1.30%	96.9		
A+137	15.7	0.5	1,000,000	7850	1.30%	98.1		
A+138	15.8	0.5	1,000,000	7900	1.30%	98.8		
A+139	15.9	0.5	1,000,000	7950	1.30%	99.4		
A+140	16	0.5	1,000,000	8000	1.30%	100		
A+141			1,000,000		1.30%			
A+142						9985.3	17.6	110