

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO DE ESTUDIOS DEL MAR Y ACUICULTURA  
-CEMA-**



**Informe Final del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS)  
Realizado en la Finca San José, S.A.**

Presentado por

**T.A. Carlos Antonio Saravia Victoria**

Para otorgarle el título de  
Licenciado en Acuicultura

Guatemala, Abril 2007

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**CENTRO DE ESTUDIOS DEL MAR Y ACUICULTURA –CEMA-**

**CONSEJO DIRECTIVO**

M.Sc. Pedro Julio García Chacón	<b>Presidente</b>
M.Sc. Carlos Salvador Gordillo García	<b>Coordinador Académico</b>
M.V. Angel Salomón Medina Paz	<b>Secretario</b>
M.Sc. Erick Roderico Villagrán Colón	<b>Representante Docente</b>
Licda. Estrella de Lourdes Marroquín Guerra	<b>Representante del Colegio de Médicos Veterinarios y Zootecnistas</b>
T.A. Julián Américo Sikahall Prado	<b>Representante Estudiantil</b>
T.A. Manoel Cifuentes Markcwordt	<b>Representante Estudiantil</b>

## AGRADECIMIENTOS

**A:**

**DIOS TODOPODEROSO**, por permitir que mis ilusiones se hagan realidad.

**JESUCRISTO**, por darme su mano e iluminarme para llegar hasta donde me encuentro.

**Mi madre**, por todo su amor, sus consejos, su empuje y apoyo incondicional.

**Mi padre**, por sus consejos, su amor y apoyo incondicional.

**Mi hermano**, por ser mi mejor amigo y un gran ejemplo para toda mi vida.

**Toda mi familia**, por todo el apoyo y cariño que he recibido de ustedes.

**Familia Cardona Lau**, por todo su apoyo durante mi carrera en especial a mi novia Luisa Carolina por su amor incondicional.

**Mis compañeros de estudio**, David Valle, Fredy Damián, Mario Salazar, Alejandro Tejeda, David Ramírez, Carolina Cárcamo, Mónica Avila, Michelle Rinze y Susana Hernández.

**Mis amigos**, por estar conmigo siempre.

**Licda. Olga Sánchez**, por su orientación en la práctica del EPS.

**Lic. Erick Villagrán**, por su paciencia, tiempo y asesoría en la parte de investigación y consejos durante la carrera.

**Adelita Pérez y Lic. Leiva** por su apoyo durante esta última fase de mi carrera.

**A todo el personal de la finca SAN JOSÉ S.A.** en especial al Lic. Daniel Vásquez por brindarme todo su apoyo y conocimientos durante la realización del EPS.

## DEDICATORIA

**A:**

**DIOS**, Por haberme dado la sabiduría necesaria para alcanzar una más de mis metas.

**JESUCRISTO**, por guiarme en el camino de mi vida.

Mis padres.

Mi hermano.

Mi patria Guatemala

Mazatenango lindo

Centro de Estudio del Mar y Acuicultura -CEMA- lugar de mi formación profesional.

La Universidad de San Carlos de Guatemala, por siempre.

## RESUMEN

El presente documento constituye el Informe Final del Ejercicio Profesional Supervisado -EPS- realizado en el municipio de Champerico, del departamento de Retalhuleu. La unidad de práctica fue la Finca San José S.A., empresa dedicada a la producción a nivel intensivo de camarón blanco *Litopenaeus vannamei*. El período de práctica fue de 8 meses e inició el 01 de febrero y concluyó el 30 de septiembre del año 2006.

Este informe se divide en tres partes principales. La primera parte está formada por el diagnóstico del departamento de Retalhuleu, el municipio de Champerico y el parcelamiento El Rosario, lugar de ubicación de la Unidad de Práctica a la cual se hace referencia en este informe.

La segunda parte corresponde al programa de extensión. Esta fase se orientó hacia el establecimiento de mecanismos que conllevaron a un mejor desarrollo y desempeño de las labores por parte de los trabajadores del área de producción de la finca, a través de pláticas y mediante el empleo de diferentes materiales de apoyo relacionados con las actividades específicas de la producción.

Dentro del programa de extensión se realizaron varias actividades con las escuelas del nivel primario más cercanas a la Unidad de Práctica, así mismo se proporcionó asistencia técnica a un pequeño productor de tilapia del área.

En la tercera parte se desarrolló el programa de investigación. La investigación tiene como título **Evaluación del impacto del amonio en las piscinas de engorde a nivel intensivo de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* en la finca San José S.A. durante la primera fase del ciclo 2006**. Los principales objetivos de la investigación fueron establecer la dinámica y el comportamiento del amonio en los períodos de mayor carga de gr/m<sup>2</sup>, así como evaluar e implementar diferentes métodos para contrarrestar los efectos del amonio en las poblaciones de camarón.

## ABSTRACT

The present document corresponds to the final report of the Supervised Professional Practice -SPP - which was carried out in the municipality of Champerico, of the department of Retalhuleu. The practice was developed in the San José CORP. Company, which is a farm dedicated to the production of white shrimp *Litopenaeus vannamei* at an intensive level. The period of practice was of 8 months, beginning on February 1st and concluding in September of the year 2006.

This report is divided in three main parts. The first one is the diagnosis of the department of Retalhuleu as well as of the municipality of Champerico and of the parcelamiento El Rosario, where the shrimp farm is located.

The second part of report corresponds to the extension program carried out during the SPP. This phase was oriented toward to improve the performance of the workers of the production area of the property, through technical talks and different support materials related to the specific activities of the shrimp production.

In the extension program several activities were carried out with the near by schools of primary level, technical assistance was also provided to a small producer of tilapia in the area.

In the third part of the report the research program is presented. The name of the investigation is **Evaluation of the impact of ammonium on the white shrimp *Litopenaeus vannamei* stocked in intensive grow out ponds in the San José Farm the first phase of the cycle 2006.** The main objectives of the investigation were to determine the dynamics and the behavior of the ammonium in the periods of high biomass load as well as to evaluate and implement different methods to counteract the effects of ammonium on the shrimp populations.

## ÍNDICE GENERAL

<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. OBJETIVOS.....</b>	<b>4</b>
<b>1. DIAGNÓSTICO DE LA COMUNIDAD Y LA UNIDAD DE PRÁCTICA.....</b>	<b>5</b>
1.1 Contexto Nacional .....	5
1.2 Población.....	5
1.3 Índice de desarrollo humano.....	5
1.4 Geografía, etnia y género de la pobreza.....	6
1.5 Salud. ....	6
<b>2. DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO DE RETALHULEU.....</b>	<b>7</b>
2.1 Características de población del departamento de Retalhuleu. ....	10
2.2 Población de Retalhuleu por municipio.....	11
2.3 Costumbres y Tradiciones.....	11
2.4 Idiomas.....	11
2.5 Vías de comunicación.....	12
2.6 Economía.....	12
2.7 Uso Actual de la Tierra.....	12
2.8 Capacidad Productiva de la Tierra.....	13
2.9 Zonas de Vida Vegetal.....	14
2.10 Hidrografía.....	14
<b>3. MUNICIPIO DE CHAMPERICO.....</b>	<b>15</b>
3.1 Origen y desarrollo del Puerto de Champerico.....	15
3.2 Breve descripción del municipio.....	16
3.3 Economía.....	17
3.4 Servicios públicos.....	19
<b>4. PARCELAMIENTO EL ROSARIO.....</b>	<b>19</b>
4.1 Uso del agua y desechos.....	19
4.2 Clima y temperatura.....	20
4.3 Vías de acceso, transporte y medio de comunicación.....	20

4.4 Servicios de salud.....	20
4.5 Servicios Educativos. ....	20
4.6 Economía.....	21
4.7 Características del suelo. ....	22
<b>5. CAMARONERA SAN JOSÉ, S.A.....</b>	<b>22</b>
5.1 Personal.....	23
5.2 Instalaciones.....	25
5.3 Equipo de campo.....	27
5.4 Sistema de producción.....	27
5.5 Alimentación.....	28
<b>6. PROGRAMA DE EXTENSIÓN.....</b>	<b>29</b>
6.1 Introducción.....	29
6.2 Objetivos.....	30
6.2.1 Objetivos generales.....	30
6.2.2 Objetivos específicos.....	30
6.3 Actividades en las Escuelas.....	31
6.3.1 Docencia.....	31
6.3.2 Apoyo biblioteca.....	33
6.4 Asistencia técnica.....	34
6.5 Trabajo en finca.....	38
6.5.1 Capacitación del personal.....	38
6.5.2 Descripción de actividades.....	39
6.5.3 Apoyo a la producción.....	42
6.6 Conclusiones.....	51
6.7 Recomendaciones.....	51
<b>7. PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>53</b>
7.1 Introducción.....	53
7.2 Marco teórico.....	55
7.2.1 Descripción de la especie en cultivo.....	55
7.2.2 Factores relacionados con la producción de camarón.....	58
7.2.3 Presencia de amonio en los cultivos.....	69

7.3 Objetivos.....	73
7.3.1 Objetivo General.....	73
7.3.2 Objetivos Específicos.....	73
7.4 Metodología.....	73
7.5 Presentación y discusión de resultados.....	78
7.6 Conclusiones.....	102
7.7 Recomendaciones.....	103
<b>III. CONCLUSIONES GENERALES.....</b>	<b>104</b>
<b>IV. RECOMENDACIONES GENERALES.....</b>	<b>105</b>
<b>V. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>106</b>
<b>VI. ANEXO.....</b>	<b>108</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura No 1.</b> Vista Aérea Finca San José.....	23
<b>Figura No 2.</b> Parte del personal de la finca.....	24
<b>Figura No 3.</b> Área de filtración.....	26
<b>Figura No 4.</b> Comedero.....	28
<b>Figura No 5</b> Escuela Jovel.....	31
<b>Figura No 6</b> Escuela Tercera Calle.....	31
<b>Figura No 7</b> Entrega libros Escuela Jovel.....	33
<b>Figura No 8</b> Escuela Tercera.....	33
<b>Figura No 9</b> Estanque con tilapia.....	35
<b>Figura No 10</b> Estanque seco.....	35
<b>Figura No 11</b> Capacitación.....	40
<b>Figura No. 12</b> Purina 100 lb y Nicovita 55 lb.....	47
<b>Figura No. 13</b> Comedero de PVC y malla de gorra.....	49
<b>Figura No. 14</b> Elaboración de comederos.....	50
<b>Figura No 15</b> Ciclo del nitrógeno en una piscina.....	71

<b>Figura No 16</b>	Crecimiento semanal piscinas A-01, PC-06 y 07.....	79
<b>Figura No 17</b>	Incremento semanal piscinas A-01, PC-06 y PC-07.....	79
<b>Figura No 18</b>	Consumo alimento piscinas A-01, PC-06 y PC-07.....	81
<b>Figura No 19</b>	Carga g/m <sup>2</sup> piscina A – 01.....	81
<b>Figura No 20</b>	Carga g/m <sup>2</sup> piscina PC – 06.....	82
<b>Figura No 21</b>	Carga g/m <sup>2</sup> piscina PC – 07.....	82
<b>Figura No 22</b>	Amonio y pH en piscina A – 01.....	83
<b>Figura No 23</b>	Amonio y pH en piscina PC – 06.....	84
<b>Figura No 24</b>	Amonio y pH en piscina PC-07.....	84
<b>Figura No 25</b>	Amonio no ionizado en piscina A – 01.....	85
<b>Figura No 26</b>	Amonio no ionizado en piscina PC-06.....	85
<b>Figura No 27</b>	Amonio no ionizado en piscina PC-07.....	86
<b>Figura No 28</b>	Alimento vrs amonio en piscina A – 01.....	88
<b>Figura No 29</b>	Alimento vrs amonio en piscina PC -06.....	89
<b>Figura No 30</b>	Alimento vrs amonio en piscina PC -07.....	89
<b>Figura No 31</b>	Amonio vrs recambios en piscina A – 01.....	90
<b>Figura No 32</b>	Amonio vrs recambios en piscina PC – 06.....	90
<b>Figura No 33</b>	Amonio vrs recambios en piscina PC - 07.....	91
<b>Figura No 34</b>	Incremento vrs amonio en piscina A-01.....	91
<b>Figura No 35</b>	Incremento vrs amonio en piscina PC-06.....	92
<b>Figura No 36</b>	Incremento vrs amonio en piscina PC-07.....	92
<b>Figura No 37</b>	Carga vrs amonio en piscina A-01.....	93
<b>Figura No 38</b>	Carga vrs amonio en piscina PC-06.....	94
<b>Figura No 39</b>	Carga vrs amonio en piscina PC-07.....	94
<b>Figura No 40</b>	Incremento vrs consumo en piscina A – 01.....	95
<b>Figura No 41</b>	Incremento vrs consumo en piscina PC-06.....	96
<b>Figura No 42</b>	Incremento vrs consumo en piscina PC-07.....	96
<b>Figura No 43</b>	Amonio vrs camarones muertos/semana en A-01.....	97
<b>Figura No 44</b>	Amonio vrs camarones muertos/semana en PC-06.....	97
<b>Figura No 45</b>	Amonio vrs camarones muertos/semana en PC-07.....	98

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro No 1.</b> Población y vivienda del departamento de Retalhuleu.....	10
<b>Cuadro No 2.</b> Población total, sexo y área urbana-rural, en el departamento de Retalhuleu.....	11
<b>Cuadro No 3.</b> Porcentaje de amonio tóxico según pH.....	75
<b>Cuadro No 4.</b> Descripción de las piscinas monitoreadas durante la investigación.....	78

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1</b> Trifoliar educativo para escuelas	
<b>Anexo 2</b> Boleta de control de transferencias	
<b>Anexo 3</b> Boleta para información de campo	

## I. INTRODUCCIÓN

El capital humano es el eje primordial para el desarrollo eficiente de las empresas, toda gestión del recurso humano que esté encaminado a lograr el buen desempeño se logra a través de las capacitaciones. El capacitar a una persona es prepararla para que tenga una mayor destreza y pueda realizar las labores de su cargo con éxito. Es hacer que el perfil que posee se adecue a los conocimientos, valores, actitudes y aptitudes, los cuales son requeridos para desempeñar sus funciones efectivamente.

Las empresas capacitan a sus empleados para poder optimizar sus resultados y que sean más competitivos. Así también los empleados buscan ser capacitados para que puedan realizar sus funciones de mejor manera y crecer profesionalmente. Es importante que al capacitar a los empleados exista una transferencia de aprendizaje, ya que los resultados de la capacitación se reflejan en la práctica, por lo que se debe determinar que estos nuevos conocimientos sean aplicados por el empleado.

Es importante además, el tema sobre la conservación del uso y el manejo sustentable de los recursos naturales, que en la actualidad ha adquirido vital importancia, para lo que se han establecido y reconocido diversas instituciones y entes que dirigen todo su esfuerzo a generar métodos y técnicas para contribuir en el conocimiento de la sociedad su importancia y el impacto que causa en la misma. A pesar de los esfuerzos ejercidos por estas instituciones para que el tema sobre la conservación del uso y el manejo de los recursos naturales sea conocido por la sociedad, aun existe desconocimiento del mismo, lo que ha llevado a consecuencias negativas. Existe entonces la necesidad de dar a conocer el tema de los recursos naturales y su adecuado manejo.

En atención a todo ello, en el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), realizado en la Camaronera SAN JOSÉ S.A. localizada en el municipio de Champerico del

Departamento de Retalhuleu, se efectuaron dos programas, los cuales se desarrollaron de la siguiente manera:

El primer programa, consistió en capacitaciones para que los empleados de la Finca SAN JOSÉ, S.A. adquirieran conocimientos técnico-científicos para desempeñar su trabajo y realizar un manejo adecuado de la finca, haciendo énfasis en la calidad del agua (parámetros físico-químicos), manejo del alimento, fertilización, productividad primaria, recambios de agua.

En el segundo programa, se realizaron actividades encaminadas a cooperar con la sociedad trasladándoles información sobre el manejo sustentable de los recursos naturales, se realizaron una serie de proyectos con programas educativos para la población, los cuales se establecieron en base a la importancia del ambiente y de los recursos naturales, así como en la concientización sobre la conservación del medio ambiente. En el desarrollo del programa se incluyeron conferencias, en torno a la importancia y conservación del medio ambiente, el agua, la importancia de los manglares y de los esteros, dirigidas a los estudiantes de la Escuela Auto Gestión Comunitaria Sector Jovel y Escuela de la Tercera Calle, ambas de nivel primario, ubicadas en la colonia Rosario. Así mismo, se realizó una donación de libros de texto a las referidas escuelas, se les entregó un trifoliar informativo y recreativo sobre el medio ambiente y el valor que este representa, dándoles una nueva forma de aprendizaje y conocimiento a los estudiantes.

Se dio asistencia técnica a un productor artesanal de tilapia *Oreochromis niloticus*, cuya actividad principal es la agricultura, cultivando específicamente maíz, ajonjolí, jocote y, ocasionalmente, papaya y tomate. Este proyecto se ubica en la tercera calle del Parcelamiento el Rosario, el camino es de terracería y la mejor forma de llegar es por medio de pick-up o motocicleta. El área donde se encuentran los estanques, es parte del terreno donde realiza la mayoría de las siembras durante el año, ésta se encuentra cercana (20m) al río Jovel. Junto con el productor, se identificaron los problemas que presentaba el cultivo y se les dio

seguimiento a través de visitas al lugar, planteando posibles soluciones de acuerdo con los recursos con los que se contaba.

El programa de investigación, consistió en una investigación dentro de la finca, donde se evaluó el impacto del amonio en las piscinas de engorde a nivel intensivo del camarón blanco *Litopenaeus vannamei*. Este problema se debe, en parte, al aumento de las densidades de siembra, aunado a una alta tasa de alimentación y bajos porcentajes de recambio de agua (para estas densidades). Los sistemas tienen una capacidad de carga que al incrementarse provoca la presencia de amonio, el cual (a una cierta cantidad) es tóxico (amonio no ionizado ó NH-3) para los camarones, incidiendo en altas mortalidades.

En cultivos intensivos de camarón presencia de NH<sub>3</sub> representa un factor importante a evaluar, debido a la incidencia negativa en el proceso de engorde, ya que se presentan altos porcentajes de mortalidades (Acapolón intensivo ciclo 2005 la finca tuvo una sobrevivencia de 17% en una de las piscinas, debido a problemas y mal manejo de NH<sub>3</sub>), bajas tasas de crecimiento, sobre-alimentación lo que al final del ciclo de producción se traduce en grandes pérdidas económicas para la empresa.

## **II. OBJETIVOS**

### **General**

Implementar los conocimientos adquiridos durante la carrera de acuicultura, aplicándolos en la finca SAN JOSÉ, S.A. capacitando a los empleados para lograr mejores resultados en el desarrollo de su trabajo, haciendo extensivo el aprendizaje a los estudiantes de las escuelas de nivel primario del área, provocando así, mayor conciencia en la comunidad sobre el cuidado y manejo de los recursos naturales del área.

### **Específicos**

- Incidir en el manejo técnico de la producción acuícola.
- Coadyuvar en el uso sostenible de los recursos naturales del parcelamiento El Rosario.
- Concientizar a los niños de las escuelas primarias Auto Gestión Comunitaria Sector Jovel y Escuela de la Tercera Calle sobre la conservación del medio ambiente.

# **1. DIAGNÓSTICO DE LA COMUNIDAD Y LA UNIDAD DE PRÁCTICA**

## **1.1 Contexto Nacional Guatemala**

La República de Guatemala se encuentra localizada en la parte norte de Centroamérica limita al Norte y al Este con las Repúblicas de Honduras y El Salvador. Está comprendida entre los paralelos 13° 44' y 18° 30' latitud Norte y entre los meridianos 87° 24' y 92° 14', al Este meridiano de Greenwich.

Su extensión territorial es de aproximadamente 108,889 kilómetros cuadrados. Tiene dos estaciones al año, la lluviosa, conocida como invierno, y la seca, conocida como verano. Su clima es variado, de acuerdo a la topografía; por lo tanto, puede ir del clima cálido al clima templado y muy frío. Está dividida en 8 regiones político – administrativas, 22 departamentos y 331 municipios.

## **1.2 Población**

Según datos oficiales de 2002 del Instituto Nacional de Estadística- INE, Guatemala cuenta con una población total de 11, 237,196 habitantes de los cuales 50.5% son hombres y el 49.5% son mujeres (INE, 2002).

## **1.3 Índice de desarrollo humano**

El desarrollo humano, entendido como una ampliación de opciones de bienestar de las personas, puede medirse de acuerdo a los indicadores económicos y sociales de la población.

En 1999 el Índice de Desarrollo Humano (IDH) para el país fue 0.61. En la región metropolitana (0.74) y continúa como la de mayor IDH, mientras que las regiones Norte, Nor-occidente y sur occidente que tienen la mayor población indígena, siguen registrando los índices más desfavorables, cercano al 0.55.

En el Informe de Desarrollo Humano del 2000, se determinó, sobre la base de la Línea Nacional de Pobreza (LNP) que el 54.1% de la población se encuentra en situación de pobreza en general y el 27.8 % sufre de pobreza extrema.

#### **1.4 Geografía, etnia y género de la pobreza**

De acuerdo con los datos de la encuesta de ingresos y gastos familiares (INE 1999), los pobres se distribuyen de forma desigual en el territorio. El 70.5 % habita en 4 de las 8 regiones político-administrativas en que se divide el país: sur occidente, nor-occidente, nororiente y norte. El 80.1% vive en el área rural y el 63.2 % son indígenas. Los no pobres, en cambio, se concentran en las regiones metropolitana, sur occidente y central. La mayoría, 65.6%, son urbanos y no indígenas (70.5)

Con relación al género, 57.3% de la población pobre vive en hogares en los que los ingresos son aportados por el hombre y en el 42.7% el aporte proviene de la mujer. Lo que sugiere que los papeles de género asignados socialmente pueden estar ejerciendo una importante influencia en la situación de pobreza de estos hogares. Como mecanismo para asegurar su subsistencia, los hogares encabezados por mujeres compensan su déficit incrementando el número de integrantes de la familia que reciben ingresos. Este hecho tiene importantes implicaciones, pues la niñez y la juventud se ven compelida a sacrificarse parcial o totalmente para contribuir a los gastos familiares. Ello ocurre porque el ingreso promedio mensual de los hogares encabezados por mujeres es de Q 1,307.00 el cual es menor a los de jefatura masculina Q 1,538.00

#### **1.5 Salud.**

A pesar de que en el IDH del 2000 se plantea que los servicios de promoción y prevención (29.2%) y extensión de cobertura (9.3%) junto con el programa de mejoramiento de las condiciones de salud y ambiente, así como los subprogramas del Sistema Integrado de Atención en Salud (SIAS) y la regulación, vigilancia y control de la salud, representaron el 35.5 % del presupuesto del Ministerio de

Salud Pública del 2000. La extensión de cobertura de los servicios de salud, solo cubre al 35% de la población. Los indicadores básicos de salud se encuentran entre los más bajos de América Latina: la tasa de mortalidad infantil es de 40.49 por 1,000 N/V (nacidos vivos), la tasa de fecundidad urbana es de 4.1 y rural 5.8, la tasa de desnutrición crónica menores de 5 años urbana es de 32.4 y rural 54.4, la tasa de natalidad es de 34 por 1,000 habitantes; prevaleciendo entre las causas de muerte materna, como primera, las hemorragias, 39 %, la segunda el aborto 24 %, seguida por la sepsis 18%, las toxemias 14% y otras complicaciones 6 %; las cuales contribuyen a que la tasa de mortalidad materna sea de 190 mujeres por 100,000 N/V. (IDH-02 ENMI/INCAP –Encuesta Nacional Materno Infantil-/Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá- 02).

## **2. DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO DE RETALHULEU**

Retalhuleu, departamento de Guatemala, que por sus habitantes es también descrito como "La Capital del Mundo", es un departamento de trascendentales hechos históricos. Su etimología parece provenir de las voces quichés retal que significa señal, hul que significa hoyo y uleu que significa tierra, lo que quiere decir hoyo en la tierra. Con los elementos del idioma quiché, se puede decir que esto se traduce en Señal de la Tierra.

Existe la leyenda bastante generalizada pero sin confirmación histórica que se conozca, que habiendo solicitado los indígenas al conquistador Pedro de Alvarado que delimitase sus tierras, éste se situó en un punto, requirió su espada y con la misma trazó una señal en el aire para dividir así las tierras. Se ha dicho que Alvarado señaló a la derecha todo el territorio mam y a la izquierda el territorio quiche, cuyo limite quedo justamente en el río nil, cerca de la actual cabecera departamental de Retalhuleu.

En la época precolombina esta región fue ocupada por varios grupos. Según el doctor Shook se supone que unos doscientos años después de Cristo, existió en

el sitio llamado Acapán, cerca del Pacífico, un puerto marítimo con magníficas condiciones naturales, del cual partían embarcaciones rudimentarias con valiosos cargamentos de sal, productos agrícolas y tejidos provenientes del altiplano.

A 18 kilómetros de la cabecera, sobre la ruta a Champerico, hay restos de una ciudad antigua, con plazas y juegos de pelota. El nombre del departamento registra la antigüedad de su población, ya que se derivó del área conocida como Santa Catarina Retalhuleu que perteneció durante el período hispánico a la provincia de Zapotitlán.

A mediados del siglo XVI por problemas de fondos para pagos, el rey suprimió la alcaldía y como resultado de esto, según el historiador Domingo Juarros, en 1574 la jurisdicción de Guatemala se extendió hasta la provincia de Zapotitlán.

Retalhuleu perteneció un tiempo al corregimiento de Suchitepéquez. En 1581 el alcalde mayor, Juan de Estrada, pidió a la corona española que fueran devueltos a Zapotitlán los pueblos que le quitaron para formar otros corregimientos suprimiéndose Atitlán, Tecpanatitlán y Quetzaltenango, quedando todos en jurisdicción de Zapotitlán. En el período hispánico el departamento fue dividido en dos zonas: La primera con predominio de la población indígena, observándose el cultivo del maíz y la segunda como zona del Pacífico, la cual, desde los primeros tiempos de la dominación española, fue modificada por las plantaciones de carácter extranjero como la caña de azúcar, el añil y en tiempos más modernos la cochinilla y plantaciones de café.

Posiblemente esta sea la razón por la cual las cabeceras municipales están asentadas en la parte norte del departamento, separadas por cortas distancias, mientras que la parte sur está ocupada por las grandes fincas y haciendas. La región, a finales del siglo XVII y parte del XVIII, se vio afectada por una severa crisis ocasionada por la baja de los precios del cacao en los mercados internacionales.

El Ayuntamiento, sin consultar con el pueblo, decretó la anexión a México en diciembre de 1821. Esto creó una serie de incidentes que al final hicieron que el departamento regresara a la provincia de Guatemala. Más tarde, arrastrado por corrientes sociales y políticas, se separó nuevamente para formar el Estado de los Altos como parte del departamento de Sololá. Retalhuleu fue escenario de varias batallas en las luchas reformistas de 1871.

Según versiones locales, la cabecera fue incendiada, uniéndose finalmente a los revolucionarios. El desarrollo de su economía se incrementó desde que fue habilitado oficialmente el puerto de Champerico el 10 de junio de 1871. En 1920 este departamento fue uno de los centros del Unionismo, así como la primera cabecera que desconoció a Manuel Estrada Cabrera como Presidente de Guatemala.

Este departamento, con un área de 1, 856 kilómetros cuadrados, colinda al norte con el departamento de Quetzaltenango, al este con el de Suchitepéquez, al sur con el océano Pacífico y al oeste con San Marcos y Quetzaltenango.

Según proyecciones del Instituto Nacional de Estadística y del Centro Latinoamericano de Demografía, para el año 2000 la población total del departamento era de 241,921 habitantes, de los cuales 80,487 (33.27%) eran indígenas., 156,160 (64.55%) no indígenas, y 5,274 (2.18%) ignorado.

Retalhuleu es uno de los departamentos más importantes de la República por su riqueza natural, su agricultura, industria, comercio y magníficas vías de comunicación, tanto viales como férreas y aéreas. Por ser un departamento eminentemente agrícola e industrial confluyen temporalmente trabajadores migratorios que provienen del altiplano.

En algunos municipios la lengua predominante es el quiché. Su topografía es bastante quebrada, pues sus alturas varían entre los 614 metros sobre el nivel del mar en San Felipe, descendiendo paulatinamente hacia el mar, hasta llegar a los

cinco metros en Champerico, por lo que su clima en general es más caliente que templado. Por esta razón, los terrenos son propicios para diferentes cultivos, tales como: maíz, frijol, caña de azúcar, arroz, algodón, bosques variados, zarzaparrilla, maderas de construcción y ebanistería, plantas medicinales, y tintóreas. También se localizan haciendas con ganado vacuno. Todo esto ha hecho que el departamento sea uno de los más importantes en cuanto a comercio, a lo cual contribuye en gran escala el puerto de Champerico con la pesca y salinas.

## 2.1 Características de población del departamento de Retalhuleu.

La población del departamento de Retalhuleu, durante el quinquenio 1995-2000, creció a una tasa anual 2.64 %, distribuidos en el área urbana 27.7 % y en el área rural el 72.3 % (Cuadro No. 1) con las siguientes características:

**Cuadro No. 1.** Población y vivienda del departamento de Retalhuleu

<b>MUNICIPIO</b>	<b>POBLACIÓN</b>	<b>VIVIENDA</b>
<b>TOTAL DEPARTAMENTO</b>	<b>241,411</b>	<b>54,720</b>
Retalhuleu	70,470	16,554
San Sebastián	21,725	4,668
Santa Cruz Muluá	10,661	2,416
San Martín Zapotitlán	8,102	1,969
San Felipe	17,268	3,810
San Andrés Villa Seca	32,819	7,078
Champerico	25,280	6,346
Nuevo San Carlos	27,274	6,024
El Asintal	27,812	5,855

\*INE, 2002

## 2.2 Población de Retalhuleu por municipio

**Cuadro No. 2.** Población total, sexo y área urbana-rural,  
en el departamento de Retalhuleu

<b>Municipio</b>	<b>Total</b>	<b>Hombres</b>	<b>Mujeres</b>	<b>Urbana</b>	<b>Rural</b>
Retalhuleu	70,470	34,495	35,975	34,300	36,170
San Sebastián	21,725	10,689	11,036	12,403	9,322
Sta. Cruz Muluá	10,661	5,275	5,386	2,481	8,180
San Martín Zapotitlán.	8,102	4,014	4,088	3,101	8,001
San Felipe	17,268	8,478	8,790	7,586	9,682
San Andrés Villa Seca.	32,819	16,505	16,314	3,845	28,974
Champerico	25,280	12,579	12,579	7,497	17,783
NV. Sn. Carlos	27,274	13,516	13,758	11,815	15,459
El Asintal	27,812	13,542	14,270	4,721	23,091
<b>TOTAL</b>	<b>241,411</b>	<b>119,215</b>	<b>122,916</b>	<b>87,749</b>	<b>153,662</b>

INE, 2,002.

## 2.3 Costumbres y Tradiciones

La feria principal de este departamento es la que se celebra en la cabecera departamental, del 2 al 12 de diciembre, siendo el día 8, en que la Iglesia Católica honra la Inmaculada Concepción de la Virgen María, Santa Patrona del lugar.

## 2.4 Idiomas

El idioma oficial es el español. Ancestralmente sus habitantes se han comunicado en quiché, idioma que persiste a la fecha en el habla de los nativos mayas, sobre todo en municipios como San Andrés Villa Seca, San Felipe Retalhuleu, San Martín Zapotitlán, San Sebastián y Santa Cruz Muluá.

## **2.5 Vías de comunicación**

Entre las carreteras principales, además de las rutas nacionales, está la Internacional del Pacífico CA-2, que partiendo de la frontera con El Salvador continúa hasta la frontera con México. De esta carretera a la altura de San Sebastián se desprende un ramal que lo comunica con Quetzaltenango. Cuenta también con carreteras a nivel departamental, caminos rodados, y veredas que unen a la cabecera con sus poblados y comunidades rurales. Cuenta con 128 kilómetros de asfalto y 63 kilómetros de terracería. En este departamento aún existen las estaciones del ferrocarril y posee varias pistas de aterrizaje.

## **2.6 Economía**

Este departamento es uno de los más importantes de la república por su riqueza natural, su agricultura, industria, comercio y magníficas vías de comunicación. Por ser un departamento eminentemente agrícola e industrial, concurren temporalmente trabajadores migratorios que provienen del Altiplano, ya que hay diversos tipos de industrias, entre las que sobresalen las fábricas de aceites esenciales, las desmotadoras de algodón, fábricas de hilados, ingenios azucareros, beneficios de café, fábricas de papel, fábricas procesadoras de mariscos, etc.; y entre sus producciones artesanales se pueden mencionar la producción de panela, instrumentos musicales, tejidos típicos de algodón y otros.

## **2.7 Uso Actual de la Tierra**

Al hablar de uso actual de la tierra, se refiere a la utilidad que en este departamento se le está dando a la misma, ya sea con fines de explotación por medio de cultivos, de pastoreo de ganado, de urbanización, conservación de suelos, bosques naturales, bosques implantados, etc. teniéndose de esta manera la oportunidad de poder determinar cuál es la producción de este departamento y cómo se desarrolla su economía.

Guatemala es llamado el País de la Eterna Primavera porque en sus distintas zonas de vida y debido a los diferentes tipos de suelo y climas existentes, posee gran variedad de especies animales y vegetales que le dan un colorido único. Explicándose en esta forma por qué el uso actual que se le da a la tierra varíe para cada departamento, aunándose a esto, los diferentes tipos de cultivo que en el área rural está utilizando el agricultor, y el uso de la tecnología moderna que poco a poco va adquiriendo importancia para obtener mejores frutos.

Este departamento por tener un clima variado, y dentro de su extensión territorial limita con las playas del Pacífico, posee un uso de la tierra capacitado para la siembra de todo tipo de cultivos, bosques, frutales, ganado vacuno, etc.

## **2.8 Capacidad Productiva de la Tierra**

Es el aprovechamiento máximo que se le puede dar a un área determinada de terreno, después de conocer las cualidades y aptitudes del mismo, a través de la práctica, análisis, estudios, etc., permitiéndonos de esta forma obtener mejores ganancias en determinados períodos de tiempo, dependiendo del tipo de uso que se le desee dar.

Para evidenciar con qué capacidad productiva de terreno se cuenta en este departamento, en Guatemala de acuerdo con el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norte América, existen 8 clases de clasificación de capacidad productiva de la tierra, en función de los efectos combinados del clima y las características permanentes del suelo. De esta 8 clases agrológicas la I, II, III Y IV son adecuadas para cultivos agrícolas con prácticas culturales específicas de uso y manejo; las clases V, VI, y VII pueden dedicarse a cultivos perennes, específicamente bosques naturales o plantados; en tanto que la clase VIII se considera apta sólo para parques nacionales, recreación y para la protección del suelo y la vida silvestre.

En este departamento el que más sobresale es la clase agrológica III, que indica que son tierras cultivables sujetas a medianas limitaciones, aptas para el riego con cultivos muy rentables, con topografía plana ondulada o suavemente inclinada, productividad mediana con prácticas intensivas de manejo (INE, 2002).

## **2.9 Zonas de Vida Vegetal**

Holdridge identificó para Guatemala Once Zonas de Vida Vegetal, identificándose cada una de ellas por medio de una simbología específica, por ejemplo monte espinoso subtropical se representa por me-S, bosque seco subtropical por bs-S bosque húmedo subtropical (cálido) por bh-S©.

En el departamento, por la zona en que se encuentra ubicado, se identifica tres zonas de vida bien definidas:

- \* bs-S Bosque Seco Subtropical
- \* bh-S© Bosque húmedo Subtropical (Cálido)
- \* bmh-SCc) Bosque muy húmedo Subtropical (Cálido)

## **2.10 Hidrografía**

Este departamento es fuertemente irrigado por varios ríos, como lo son: el Ocosito, Tilapa, Sis, Oc, Samalá, Bolas, Cola de Pollo, entre otros Río Samalá: sus orígenes están por Sibilia, San Carlos Sija y San Francisco el Alto, recibiendo numerosos afluentes; penetra al departamento de Quetzaltenango por Salcajá, con una anchura media de 15 metros, por uno de profundidad. Pasa por Zunil en terrenos sumamente quebrados formando cascadas y arrastrando gran cantidad de piedra y arena. Entra en el departamento de Retalhuleu, entre El Palmar y San Felipe, desemboca en el Pacífico, en el lugar donde estuvo el puerto de San Luis que se destruyó durante la erupción del Santa María en 1902. Mueve molinos de trigo en Totonicapán, San Cristobal y Cantel, donde también, da fuerza a la fábrica de hilados y tejidos. En Zunil y Santa María de Jesús mueve la hidroeléctrica que proporciona la energía de que goza casi todo Occidente. Es el más largo y caudaloso de la cuenca del Pacífico. Su principal afluente es el Xequijel o Siguilá.

Ríos Sis e Icán: El río Sis, sirve de línea divisoria entre Retalhuleu y Suchitepéquez, se une al río Icán, el cual atraviesa los municipios de San Francisco Zapotitlán, Cuyotenango, San Lorenzo y Mazatenango.

Río Ocosito o Tilapa. Formado por los ríos Ocosito, que nace en las faldas del Siete Orejas, y el Tilapa. Marca límite entre Quetzaltenango y Retalhuleu. Antes de su desembocadura forma grandes esteros y su anchura llega a tener 80 metros por 3 de profundidad. Ha arrastrado gran cantidad de piedras y arena, hasta el punto de modificar la fisonomía de la región.

### **3. MUNICIPIO DE CHAMPERICO**

#### **3.1 Origen y desarrollo del Puerto de Champerico**

Champerico es un municipio del departamento de Retalhuleu, su nombre se originó de Champer & Co. que era una compañía explotadora de madera fina en el área a fines del año 1,700. Fue declarado Puerto Nacional en junio de 1871, pero se constituyó hasta el año de 1,982 como la puerta principal de exportación, principalmente para la región sur occidental del país, así como el principal foco de exportación marina de la nación.

Actualmente el municipio se encuentra en una situación económica bastante difícil, ya que la pesca ha tenido una sensible baja en los últimos 3 años, habiendo sido uno de los pilares de la economía, decreciendo en el presente año hasta un 65%. Este problema ha afectado a todas las familias que dependían de esta actividad, por lo cual los hombres cabezas de familia han optado por emigrar a México, donde trabajan en el corte de caña, ganan salarios de hasta 1,000 pesos quincenales.

Las autoridades tanto municipales como departamentales han descuidado el mantenimiento de la infraestructura del puerto de Champerico lo que ha

repercutido en el poco negocio turístico. A esto se le suma la falta de seguridad dentro y fuera del puerto.

### **3.2 Breve descripción del municipio**

Champerico tiene una área de extensión de 416 kilómetros cuadrados se le dio la categoría de municipio el 31 de marzo de 1852, su altura sobre el nivel del mar es de 5 metros, el idioma predominante es el español, su clima es caliente (34 °C), sus límites son al norte, este y oeste con Retalhuleu, al sur con el Océano pacífico. Su división política administrativa, son 1 pueblo, 2 aldeas y 10 caseríos. Lo cruzan 3 ríos, 19 zanjones, 3 pampas, la barra (Manchón), 14 esteros, 5 lagunas y 11 lagunetas.

El municipio de Champerico pertenece a la zona climática tropical seca, y el bosque original pertenecía a los bosques tropicales húmedos y sub-tropicales muy húmedos. La temperatura promedio anual es de 27°C con máximas en marzo y mínimas en enero y febrero. La precipitación pluvial promedio es de 960 mm. Entre los meses de mayo a octubre se da la mayor cantidad de lluvia. La estación seca es de noviembre a abril y es muy pronunciada, con sequías ocasionales.

Champerico está a 36 kilómetros de distancia de la cabecera departamental de Retalhuleu y a 224 kilómetros de la ciudad capital de Guatemala por una carretera asfaltada, la misma entronca a Retalhuleu con la ruta Internacional del Pacífico, quedando así con fácil y buen acceso. Las comunidades rurales están unidas entre sí por medio de caminos vecinales. La vía férrea atraviesa el municipio de norte a sur con un ramal que en la estación las cruces, se apartaron del que conduce a la ciudad de Tecún Umán.

Para guía de navegación existe en el puerto un faro de 90 pies de altura, anteriormente estaba colocado sobre un tanque de agua a 600 metros de la cabeza del muelle, con visibilidad de 10 millas náuticas aproximadamente, pero actualmente se encuentra situado en una estructura de metal elevado.

Las aguas del Océano Pacífico han bajado de nivel en la zona de Champerico y como consecuencia de ello, este muelle ha quedado a un nivel muy bajo de las aguas, que impide el uso total del mismo, de los cuatro portalones que tiene el muelle actualmente se usan únicamente dos, uno de cada lado, ya que los dos restantes están en aguas de poca profundidad que hacen que los lanchones tengan problemas ante el alto oleaje que pega en este sector (INE, 2002).

### **3.3 Economía**

La principal riqueza del municipio esta basada en sus recursos naturales, los cuales ofrecen la oportunidad de brindar además de trabajo y alimentación, actividades económicas de turismo, pesca y acuicultura.

Debido a la presencia de bancos de arena se han formado lagunas y esteros poco profundos a lo largo de la costa. También se encuentran porciones de bosque de manglar que sirven como rompe vientos. La vegetación original del lugar consistía en especies como caoba, guayacán y cedro. Sin embargo la deforestación es un problema de importancia en el municipio, no únicamente de los bosques de manglar, sino también de los bosques altos, los cuales fueron deforestados principalmente para el cultivo de algodón.

El municipio de Champerico pertenece a la cuenca del río Bolas o Rosario como se conoce a esta región. Los recursos naturales del municipio son muy ricos, especialmente los recursos hidrobiológicos. Sin embargo, la mayoría de ellos están en proceso de deterioro acelerado. Además de la deforestación, se presenta el problema de pérdida de cuerpos de agua menores tales como lagunas y lagunetas, ya sea por eutrofización o por que sus aguas las utilizan para regar los cultivos agrícolas del área.

Muchos de los ríos y esteros son utilizados como drenajes de los poblados cercanos, originando la pérdida no cuantificable de especies hidrobiológicas. La

actividad camaronera también ha contribuido a la modificación de esteros y algunas lagunas, en algunos casos se han deteriorado bosques de manglar, y se descarga agua de sus estanques de cultivo hacia los cuerpos de agua natural.

Entre su producción agrícola, se reporta, algodón, frutas tropicales, maíz, chile y tomate, en la producción artesanal se reporta la sal, pesca, importante zona ganadera. Una planta procesadora de mariscos, 3 productoras de sal y 2 desmotadoras de algodón, fincas camaroneras, las cuales generan empleos directos e indirectos.

El turismo y la pesca, son una fuente de ingresos para las familias que se dedican al comercio. Actualmente el sector de la pesca se encuentra bastante mermado, debido a la sobre explotación a la que han sido sometidas todas las especies hidrobiológicas, aunado a la falta de una adecuada infraestructura para las embarcaciones.

Los pescadores artesanales en los últimos meses únicamente han estado capturando especies de pescado como Pargo *Lutjanus sinagrys*, Bagre *Ictalurus punctatus*, Lisetas *Mugil curema* y Róbalo *Centropomus pectinatus*, se han enfrentado ante una limitada o casi nula captura de mariscos. De estas especies mencionadas, sacan alrededor de 60 – 75 libras por faena.

La zona de manglar en Champerico no es de gran extensión. Normalmente ocupa las riberas de esteros y lagunas, y algunas pequeñas manchas aisladas, ya sea tierra adentro en lugares inundables, o en el centro de lagunetas y esteros. El ecosistema ha sido tan diezmado, que algunos mapas generales de distribución del manglar en Guatemala ni siquiera reflejan los últimos reductos de este ecosistema que quedan en Champerico; sin embargo, a pesar de su reducido tamaño, el manglar juega un papel fundamental en la vida de los pobladores locales y en los ecosistemas aledaños. La falta de oportunidades de trabajo ha llevado a una gran cantidad de la población de Champerico a buscar su sustento en los recursos que le da el manglar, los esteros y lagunas.

Los usos más comunes del manglar y su ecosistema son la extracción de leña, materiales de vivienda y, la más importante, la pesca. Se estima que cerca del 70% de la población de Champerico se alimenta de la pesca de los esteros, lagunas y del mar. Hay cerca de dos mil pescadores que generan los recursos de vida para sus familias de esta actividad.

### **3.4 Servicios públicos**

El centro de Champerico, cuenta con servicios públicos entre ellos, energía eléctrica, correos, telégrafos y teléfonos, agua entubada domiciliar, un mercado, un centro de salud y servicio de camionetas extraurbano.

## **4. PARCELAMIENTO EL ROSARIO**

Se encuentra ubicado a 8 kilómetros de la orilla de la carretera (km 221) que conduce al municipio de Champerico, está a 5 metros sobre el nivel del mar. Este parcelamiento tiene su origen hace más de 40 años, a través de trámites con el antiguo INTA (Instituto de Transformación Agraria) del estado, quién entregó las parcelas a personas que las solicitaron hace 10 años. Los idiomas básicos que se hablan son Quiché, Ixil y Castellano, así mismo los grupos étnicos existentes son Quiches, Ixiles y Ladinos. El parcelamiento lo conforman un total de 550 familias, lo que hace un total de 2,752 habitantes siendo 1,403 hombres y 1,349 mujeres (INE, 2000).

### **4.1 Uso del agua y desechos**

Cada vivienda cuenta con pozo propio y en algunos casos llevan el agua de ríos cercanos. El agua que utilizan para el consumo le agregan cloro o la ponen a hervir. En los hogares el servicio sanitario son letrinas.

No cuentan con ningún tipo de servicio de recolección de basura ni desechos estos los queman.

## **4.2 Clima y temperatura**

La temperatura mínima es de 21 C° y la máxima de 30 C°, por los que se considera caliente y húmedo.

## **4.3 Vías de acceso, transporte y medio de comunicación**

Existe una carretera central de terracería que atraviesa las comunidades desde el Rosario, el Codo, Triunfo, Cuchuapan, hasta San Juan el Húmedo, hacia cada comunidad hay una carretera de terracería que la comunica con la central, aunque en el invierno, es difícil acceder a alguna de ellas.

Existen 2 líneas de transporte extra urbano que hacen el recorrido de la carretera central, pick up, camiones, bicicletas y caballos, son los medios de transporte más usados.

Existen teléfonos comunitarios y celulares. No se cuenta con correos, ni telégrafos.

Algunas iglesias, especialmente evangélicas, cuentan con megáfonos para pasar mensajes a la comunidad. Se escuchan las radios con frecuencia de Quetzaltenango, Coatepeque y Retalhuleu.

## **4.4 Servicios de salud**

Cuentan con un puesto de salud que es atendido por una auxiliar de enfermería. Aparte hay 2 promotores de salud y 3 comadronas tradicionales que prestan sus servicios.

## **4.5 Servicios Educativos.**

Dentro del parcelamiento hay 3 escuelas de nivel primario que son Escuela de Auto Gestión Comunitaria Sector Jovel, Escuela de la Tercera Calle Jovel y Escuela Sector Español.

Por lo menos existen 2 alfabetizadores (el salario es pagado por Comisión Nacional de Alfabetización –CONALFA.) por cada comunidad, sin embargo las clases no son regulares, por lo que hay deserción especialmente en las mujeres, quienes no terminan el proceso.

#### **4.6 Economía**

La mayor fuerza laboral del parcelamiento es la del hombre, tanto señores, jóvenes y niños. Ya que estos son los salen a trabajar día a día o en busca de este (en caso de empleos temporales o eventuales), muchos de ellos trabajan en las fincas camaroneras aledañas (CAMARSA y SAN JOSÉ), en diferentes áreas, también en fincas ganaderas y productoras de ajonjolí. Así como en pesca, tapisca, cuidado de frutales, corte de caña, hacer caminos, limpieza de potreros, vaqueros, corte de frutales, corte de algodón. Estas actividades son pagadas por jornales y duran un promedio de 1 a 3 meses según las cosechas de la región.

En el caso de las mujeres, la mayoría se dedica al hogar, a la crianza en pequeña escala de animales como pollos, cerdos, patos y en algún caso ganado bovino (de 1-2 cabezas). El resto de mujeres se dedican a trabajos de limpieza doméstica.

Las personas que poseen tierras (no mayores de 4 manzanas) las han obtenido por herencias, las cuales las arrendan y trabajan, en este último caso tienen la limitante de la falta de capital para poder invertir en ellas, lo cual hace que les genera muy pocas ganancias.

La agricultura es uno de los pilares de la economía del área, esta presenta algunos problemas por los cuales los pobladores no han podido salir avantes, algunos de ellos son los siguientes:

- Ø Falta de capacitación.
- Ø Falta de dinero.

- Ø Falta de mercado y comercio.
- Ø Precios bajos de los productos.
- Ø Insumos agrícolas muy caros.

#### **4.7 Características del suelo.**

Está marcada la época seca y lluviosa, en algunas comunidades se inunda, solo sirve para sembrar, maíz, chile, ajonjolí, tomate y sandía. Aunque en el área del parcelamiento lo que más se produce es jocote, tamarindo y tomate, ya que estos cultivos son propios de estos suelos y climas lo cual es de gran beneficio, las cosechas de estos son un ingreso extra para las familias.

Uno de los problemas que ha ido afectando la calidad del suelo es la deforestación de los bosques aledaños, esta la han llevado a cabo para utilizar la leña o implementar nuevos cultivos.

### **5. CAMARONERA SAN JOSÉ, S.A.**

Es una empresa dedicada al engorde de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* a nivel intensivo, que se encuentra ubicada en el km 220 2da. Calle final Parcelamiento El Rosario del municipio de Champerico, del departamento de Retalhuleu, colinda al norte con la finca San Patricio al sur con el Océano Pacífico al este con Champerico y al oeste con la finca San José Acapolón (Figura No. 1). La finca está a una distancia de 41 kilómetros de la cabecera departamental, de los cuales 12 kilómetros son de terracería transitable durante todo el año con vehículos todo terreno.

La finca se encuentra ubicada a 5 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.), pertenece a la zona climática Tropical Seca y el Bosque original pertenecía a los bosques Tropicales Húmedos y Sub - Tropicales Muy Húmedos. La temperatura promedio anual es de 27 grados centígrados. La precipitación pluvial promedio es

de 700 mm. Entre los meses de junio y septiembre se da la mayor cantidad de lluvia. La estación seca es de octubre a mayo y es muy pronunciada, afrontando fuertes vientos provenientes del mar.



**Figura No. 1.** Vista Aérea Finca San José

Alrededor de la finca se encuentran dos bosques de mangle rojo y blanco, pertenecientes al ecosistema de los esteros de Jovel y Acapolón, estos son influenciados por los ríos de Jovel y San Juan respectivamente, estos esteros son manejados por aperturas periódicas de barras alrededor de 6 veces por mes cada uno, debido a su poca capacidad de almacenamiento e influencia de ríos.

## **5.1 Personal**

El manejo interno de la finca está a cargo del gerente y sub-gerente administrativo se hace la referencia de manejo interno, ya que en las oficinas centrales en la ciudad capital, llevan controles financieros (planillas, contrataciones, proveedores), esta es la principal área administrativa donde hay una presidencia, gerencia general, finanzas y contabilidad, elaboran las propuestas de los planes de trabajo (siembras y cosechas) las cuales son evaluadas por la gerencia de la finca. Dentro de las metas de los gerentes está el costo-eficiencia (en el alimento), obtener los rendimientos estimados al inicio de cada ciclo (peso promedio al final del ciclo),

velar por el funcionamiento de la finca en todas sus áreas, taller de mecánica, taller eléctrico, área de bombeo de agua, albañilería, oficina de administración y biología. Ellos tienen a su cargo un total de 128 trabajadores (Figura No. 2).



**Figura No. 2.** Parte del personal de la finca

En cada sector de producción hay dos biólogos quienes tienen a cargo el mantenimiento general de las piscinas, tanto en época de producción como en la de mantenimiento (posterior a las cosechas finales). Ellos son los encargados de realizar las proyecciones de alimentación por día, ver el funcionamiento del sistema de aireación (chequear que sea al 100%) y calidad del agua. Si en un momento desean realizar una prueba para ver la calidad de agua (productividad primaria, presencia de bacterias, coloración) o si hay bajos crecimientos en los muestreos semanales, donde se chequea el peso promedio de los camarones, con esto se puede comprobar si hubo o no incremento en la talla, de no ser así, se envía una muestra de camarones al laboratorio de calidad de agua y salud del camarón que está dentro de la finca, el cual cuenta con personal calificado, así como el equipo y material necesario para realizarlas según sean los casos que expongan los biólogos.

Estos últimos tienen a su cargo a los parametristas (encargados de medir los parámetros físico-químicos), personal del área de bombeo de agua para las

piscinas, alimentadores, muestreadores, personal del área de generación eléctrica, encargado de planta y filtreros.

El personal de oficina está conformado por dos personas que son el encargado de digitalizar los datos de biología y todo lo relacionado a esta área y la encargada del manejo de las planillas en general, caja chica y comedor.

La empresa paga un 20% más del salario mínimo sugerido por el gobierno, tiene el plan completo de prestaciones sociales, laborales más un bono de producción por cada ciclo de engorde que oscila entre uno a dos salarios del mes.

## **5.2 Instalaciones**

La finca cuenta con dos casas patronales de construcción de concreto equipadas con luz y agua para biólogos y encargados. Dormitorios para el personal de seguridad y trabajadores de turno, oficinas, comedor taller, laboratorio de calidad de agua y salud del camarón, bodegas de almacenamiento de alimentos y equipo.

Hay 43 piscinas de engorde rectangulares de una hectárea y 11 entre 7 y 9 hectáreas, todas fueron construidas en suelos arcillosos, tienen dos entradas y dos salidas de concreto con tubos de 36" para poder realizar un llenado y drenaje adecuado de las mismas, cada una tiene su caja de cosecha para facilitar la captura del camarón en el momento de la cosecha.

Actualmente hay dos áreas de filtrado que constan de tres muros de concreto con 12 tubos de 24" cada uno (Figura No. 3), en el cual se ponen mallas finas para filtrar el agua por 500, 250 y 100 micras para no permitir el ingreso de competidores que pueden ser vectores de enfermedades.



**Figura No. 3.** Área de filtración

La finca tiene 12 kilómetros de caminos y bordas de terracería internos en buen estado así como cinco kilómetros de canales internos de bombeo de aguas. Tiene cercas electrificadas de 8.5 km de largo y siete hilos de alambre galvanizado con cinco mil voltios discontinuos como muro perimetral de seguridad.

Para realizar los recambios de agua en las piscinas la finca tiene dos estaciones de bombeo, una en el sector de Jovel con capacidad de 45,000 gal/min y la otra estación en el sector de Acapolón con un caudal de 90,000 gal/min.

Hay instalaciones recreativas (cancha de foot-ball y volley-ball).

Para el almacenamiento de combustibles existe una gasolinera que tiene capacidad para almacenar 6,000 galones de diesel y 3,000 galones de gasolina para uso de vehículos de la finca.

### 5.3 Equipo de campo

Los parametristas trabajan con oxímetros (lectura de oxígeno mg/lit, temperatura, pH) y refractómetros (aparato para medir la salinidad del agua de las piscinas y estero). Hay equipo de aclimatación (siembras), equipo de cosecha, sistemas de radio y teléfonos.

### 5.4 Sistema de producción

La finca tiene distribuida su producción en dos sectores los cuales son Jovel Intensivo (37.37 Ha) y Acapolón Intensivo (96.60 Ha), donde las densidades de siembra van de los 50 camarones/metro<sup>2</sup> a 65 camarones/metro<sup>2</sup> esto es en función de las dimensiones de las piscinas así como de lo proyectado en el plan de siembra, en el cual se define la capacidad de carga de las piscinas así como también de la talla (peso) que se necesita alcanzar, esto la mayoría de veces está establecido en base a la demanda del mercado.

Ø *Jovel intensivo*: este sector cuenta con un total de 35 piscinas, las cuales en su mayoría son rectangulares que conforman un total de 37.37 Ha de espejo de agua. La dimensiones de las mismas van de 0.60 Ha (la más pequeña) a 2.30 Ha (la más grande) el tamaño de las demás está dentro de este rango. Tienen un sistema de aireación las 24 horas en todo el sector, el cual es de 16 HP/Ha distribuidos en ocho aireadores cada uno de 2 HP.

Ø *Acapolón intensivo*: anteriormente se trabajaba a nivel semi-intensivo a partir del 2004 el sistema se volvió intensivo, esto se pudo llevar a cabo por la implementación del sistema de aireación, que a diferencia del otro sector aquí se utiliza un sistema de 13 HP/Ha, son aireadores estadounidenses de 10 HP los cuales son más eficientes (10% más) que los de fabricación china. ya que hay piscinas de mayor tamaño (5.50 –

9.80 Ha) como también las hay de las mismas dimensiones que en Jovel, pero en este sector hay un total de 96.60 hectáreas de espejo de agua.

## 5.5 Alimentación

Se lleva a cabo a través de bandejas de alimentación o comederos (Figura No. 4) están hechas de tubo de PVC de ½" y miden 60cm X 60cm las uniones son de codos del mismo material, los cuadros o bandejas están recubiertos por una malla de gorra la cual va amarrada con pita.



**Figura. No 4.** Comedero

Durante las tres primeras semanas de cultivo la alimentación es al boleó, de la tercer semana en adelante se van introduciendo las bandejas de alimentación, son 50 bandejas/Ha en piscinas menores a 4 Ha, de aquí en adelante se usan 30/Ha, están colocadas en los alrededores de la piscina evitando el centro de la piscina, ya que en este punto se acumula una gran cantidad de sedimento. A lo largo del ciclo se proporciona alimento con un 35% de proteína

## **6. PROGRAMA DE EXTENSIÓN**

### **6.1 Introducción**

Las empresas capacitan a sus empleados para poder optimizar sus resultados y que sean más competitivos. Así también los empleados buscan ser capacitados para que puedan realizar sus funciones de mejor manera y crecer profesionalmente.

Es importante que al capacitar a los empleados exista una transferencia de aprendizaje, ya que los resultados de la capacitación se reflejan en la práctica, por lo que se debe determinar que los nuevos conocimientos sean aplicados por el empleado.

En el ejercicio Profesional Supervisado (EPS), se efectuaron capacitaciones para que los empleados de la Finca SAN JOSÉ, S.A. adquirieran más conocimientos para realizar su trabajo dentro de la Finca.

El tema sobre la conservación del uso y el manejo de los recursos naturales ha tomado en la actualidad la importancia que siempre debió tener, para lo cual se han creado y reconocido diversas instituciones, entes que dirigen todo su esfuerzo a crear métodos y técnicas para poner en conocimiento de la sociedad su importancia y el impacto que causa en la misma.

Dentro del programa de extensión del EPS, se contemplaron actividades con los estudiantes de las escuelas de Auto Gestión Comunitaria Sector Jovel y Escuela de la Tercera Calle, ambas del parcelamiento el Rosario. Los estudiantes de ambos centros educativos carecen de poco conocimiento e información sobre conservación del uso y el manejo de los recursos naturales, es por ello que se necesita realizar una serie de proyectos y programas educacionales, sobre la importancia del medio ambiente y de los recursos naturales, cuidados del agua, importancia de los manglares y los esteros así como crear conciencia sobre la

importancia del cuidado del medio ambiente. También se hizo la donación de libros de texto a las referidas escuelas.

## 6.2 Objetivos

### 6.2.1 Objetivos generales

- Crear conciencia en los estudiantes de las escuelas sobre el cuidado, conservación, uso y manejo de los recursos naturales.
- Coadyuvar en el mejoramiento del desempeño de los trabajadores de campo en el cultivo de camarón.
- Elevar la productividad del cultivo a nivel artesanal de tilapia *Oreochromis niloticus* en los productores del área.

### 6.2.2 Objetivos específicos

- Motivar en los estudiantes del nivel primario de las escuelas Auto Gestión Comunitaria Sector Jovel y Escuela de la Tercera Calle, sobre la importancia y uso sostenible de los recursos naturales.
- Fomentar en el empleado la importancia del trabajo que realiza dentro de la finca y la importancia del obtener conocimientos de otras técnicas y métodos que se pueden aplicar a su labor.
- Capacitar a los trabajadores de campo de la camaronera San José S.A. en diferentes técnicas en el manejo adecuado del cultivo.
- Sistematizar el manejo de cultivo de tilapia en los productores del área.

## 6.3 Actividades en las Escuelas

### 6.3.1 Docencia

El proyecto se llevó a cabo con dos escuelas de nivel primario, las cuales fueron seleccionadas por la cercanía con la finca, también por la relación económica y social que existe entre la misma y las escuelas, ya que se tiene un programa de apoyo económico hacia las dos escuelas.

Las escuelas son, Escuela Auto Gestión Comunitaria Sector Jovel y Escuela de la Tercera Calle (Figuras No. 5 y No. 6), ambas de nivel primario ubicadas en la colona Rosario.



**Figura No. 5** Escuela Jovel



**Figura No. 6** Escuela Tercera Calle

Al ser identificadas, se programó una entrevista con las autoridades administrativas del plantel educativo, siendo los mismos los directores de dichas entidades. Con la entrevista se pretendió determinar las inquietudes, dudas y necesidades de los directores sobre los temas a impartir a los alumnos de los diferentes grados. Se tuvieron reuniones con los maestros para retroalimentar y que en coordinación con los directores se estableciera un plan de trabajo basados en los contenidos curriculares según el nivel de escolaridad, el cual se desarrollará con la metodología que ellos sugirieron.

De acuerdo a los resultados de las entrevistas, se analizaron los temas de las pláticas, con el objeto de ayudar a la comunidad en la información necesaria y de reforzar aquellos temas en los que si bien están informados necesitan más apoyo.

Los temas seleccionados se relacionan con la educación ambiental, los recursos naturales, el medio ambiente, cuidados del agua y la basura, desde una amplia perspectiva.

Se realizaron conferencias para dar a conocer a los alumnos los temas de educación ambiental y recursos naturales, se llevaron a cabo de una manera dinámica, pues se pretende que los alumnos no solo se informen de los temas sino que además puedan recordarlos de una manera más adecuada a su edad y así aplicarlos sin dificultad alguna. Por lo que se enseña y los alumnos aprenden de una forma satisfactoria llevando a cabo juegos apropiados a su edad y al tema a tratar.

Se dispuso de un aparato de televisión y video como un recurso audiovisual para transmitir la información sobre los temas a tratar; aspectos sobre la contaminación del agua y el adecuado manejo de la misma, exponiéndoles los resultados de su uso irracional e irresponsable y las graves consecuencias del mismo. Además se les dio a conocer los beneficios individuales y para la comunidad al utilizarla adecuadamente.

Es importante que los alumnos y los maestros tengan una adecuada información sobre los temas que se les enseña, ya que unos deben de ser el ejemplo de los otros.

Los cuidados del medio ambiente, el adecuado manejo de agua y de la basura, son temas que se desarrollaron en el programa, procurando que los alumnos no solo conozcan sino que apliquen a la realidad lo aprendido. Además se les informó y enseñó sobre el tema de mangle *Rhizophora sp.* y de los esteros, ya que son

contenidos que se relacionan estrechamente con el medio en donde se desenvuelven.

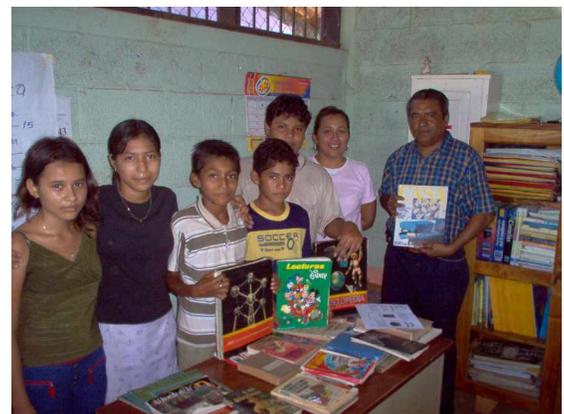
### 6.3.2 Apoyo biblioteca

Luego de una serie de pláticas y entrevistas que hubo con los directores de las escuelas del área se observó que los maestros carecían de material de apoyo para impartir algunos cursos, de igual manera los estudiantes en el parcelamiento no tienen acceso a libros para realizar tareas, estudiar para algún examen, libros de lectura, etc. Ante esta situación y sabiendo el papel tan importante que juega la educación, sobre todo desde las primeras etapas como ocurre en estas escuelas de nivel primario, se realizaron varias gestiones para dotar a las bibliotecas de las escuelas con libros de diferentes materias, para poder lograr algún cambio en la comunidad a través de acciones como ésta, y que mejor que empezar en los niños de estas escuelas.

Lastimosamente no fue posible adquirir libros nuevos, pero si en muy buen estado y de varias materias, como de Ciencias Naturales, Estudios Sociales, Matemáticas, Idioma Español y libros de lectura en general (figuras 7 y 8). Esto se pudo llevar a cabo gracias a donaciones particulares (ajenas al municipio), las donaciones llegaron luego de plantearles la necesidad de aprendizaje que existe en el área y al mismo tiempo se les explicó que esto era posible donarlo a través del trabajo de extensión que se está realizando dentro del EPS.



**Figura No. 7.** Entrega libros Escuela Jovel



**Figura No. 8.** Escuela Tercera

Junto con los libros también se entregó un trifoliar (Anexo No. 1), el cual contiene información sobre el medio ambiente, cómo pueden hacer los niños para cuidarlo en la escuela y en su casa, el porque de su cuidado. Otro de los temas que se mencionan son los ecosistemas estuarinos, manglar, los esteros, se enfocó hacia estos temas en específico ya que la gran mayoría de alumnos tiene un estrecho contacto con todos estos sistemas, a través de este medio poder hacerles conciencia de lo importante que es su conservación. Al final el trifoliar contiene una sopa de letras con palabras relacionadas a los temas del documento.

#### **6.4. Asistencia técnica**

A través del diagnóstico que se realizó dentro del trabajo inicial del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), se contactó a un pequeño productor a nivel artesanal que inició con su cultivo hace 5 meses aproximadamente. Para éste, su actividad principal es la agricultura cultiva maíz, ajonjolí, jocote y ocasionalmente papaya y tomate.

Este proyecto se ubica en la tercera calle del Parcelamiento el Rosario, el camino es de terracería y la mejor forma de llegar es por medio de pick-up o motocicleta. El área donde se encuentran los estanques, es parte del terreno donde realiza la mayoría de las siembras durante el año, esta se encuentra cercana (20mt) al río Jovel.

La idea de iniciar con el cultivo de tilapia *Oreochromis niloticus*, surgió a través de la visita de técnicos del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA). Estas personas visitan y asesoran a pequeños agricultores del área y al evaluar el lugar y saber que se podía disponer del agua del río, aconsejaron que el lugar era idóneo para el cultivo de tilapia, sobre todo por tener un acceso inmediato a una fuente de agua natural, a partir de esto ellos dejaron ciertos lineamientos para el inicio del cultivo.

Al poco tiempo de haber iniciado con la construcción de los estanques, al productor le surgieron algunas dudas, el problema fue que ya no volvió a tener la asesoría por parte de estos técnicos ya que nunca regresaron con el ni con ningún otro agricultor del área. Ante esta situación se empezó a enfrentar a una serie de problemas desde el diseño de los estanques hasta la manera de realizar la siembra y no contaba con ninguna información acerca del cultivo.

El financiamiento no era problema, porque uno de sus hijos vive y trabaja en los Estados Unidos, él aporta los recursos económicos necesarios para llevar a cabo el proyecto, aunque no contó con la información ni asesoramiento echó a andar el proyecto. El área que tenía disponible para la construcción de los estanques es alrededor de 1,000 m<sup>2</sup>, la cual como se mencionó, se encuentra cercana a un río. Construyó dos estanques de 12m X 12m -144m<sup>2</sup>-, (Figuras No. 9 y No. 10) cada uno con entrada y salida de agua controlada, los cuales fueron revestidos con nylon salinero para evitar la filtración, ya que el suelo es bastante permeable.



**Figura No. 9.** Estanque con tilapia



**Figura No. 10.** Estanque seco

Cada uno de los estanques fue sembrado a una densidad de 15 peces/m<sup>2</sup>, lo que hace un total de 2,160 tilapias/estanque lo cual es una cantidad bastante elevada de organismos para un cultivo a nivel artesanal, esto se ve reflejado en la falta de información, problema que se fue resolviendo poco a poco a través del EPS con el proyecto de extensión en la asistencia técnica el cual se explica más adelante.

A los tres meses de haberse iniciado el cultivo el peso promedio de las tilapias era de 100 gramos, siendo un buen rendimiento para este sistema. En este período se realizó un recambio de agua a los 2 estanques en horas de la tarde y esa noche se presentó mortalidad casi total del cultivo (aproximadamente 90% del mismo). La razón fue la contaminación con veneno del agua del río causando muerte instantánea.

Ante esto se decidió continuar con los peces que sobrevivieron y resembrar la misma piscina para así minimizar las pérdidas. Estas no fueron tan elevadas debido al tiempo del desarrollo del cultivo y no habiendo sido tan alto el gasto en alimentación.

Cuando se inició el asesoramiento el cultivo llevaba tres meses y medio de producción con un peso promedio de 120 gramos/tilapia, en comparación con el anterior este llevaba un mejor crecimiento debido a que era a una menor densidad (10/m<sup>2</sup>). El primer paso fue una evaluación de los estanques, la atención se centro en el que estaba en producción, de los principales problemas que se detectaron fue la calidad de agua, sistema de alimentación, recambios de agua, almacenamiento del alimento y muestreos.

- Calidad del agua

Debido al bajo porcentaje de recambios de agua (30% cada 10 días) que se realizaban, el agua se mantenía siempre verde en una tonalidad que no es recomendable para el cultivo ya que esto es un indicador de una sobre producción de plancton lo cual puede llevar a una baja drástica de oxígeno por la noche principalmente en la madrugada.

Ante el temor de que el agua pudiera estar contaminada los recambios ya no eran tan continuos, por lo que una de las recomendaciones fue que previo a ingresar agua al estanque, esta la depositaran en un recipiente lo bastante grande (espacio

para 2 -3 tilapias), luego esperar 10 minutos y observar si ocurría algún comportamiento anormal. También era necesario realizar un pequeño recorrido por el río para identificar la presencia de algún olor, color, turbidez dentro del cauce del río.

Con la bomba que se utiliza para el llenado de los estanques, se comenzó a utilizar para drenar el estanque del fondo, para evitar la acumulación de sedimento, también se usó para extraer las algas muertas (espuma en las orillas) de la superficie. Con la realización de esta actividad periódicamente, se logró mejorar y mantener la calidad del agua.

- Alimentación

Para la alimentación este pequeño productor utiliza dos clases de alimento el de 35 y 30% de proteína, que oscilan entre Q 250 y Q 225 el quintal, regularmente este último es el que más utiliza.

Durante una visita se comprobó que alimentan tres veces al día, lo cual es ideal para este tipo de cultivo, el problema con la alimentación fue que el alimento lo daba en un mismo punto y no respetaban las horas respecto de un día con otro. Ante esto se realizaron algunos cambios, como establecer horarios de alimentación (7:00 – 13:00 y 16:00), aunque en la primera dosis si se puede atrasar, ya que hay días que amanecen nublados, por lo cual lo más recomendable es esperar una hora, para que cambie la temperatura del ambiente como la del estanque y así lograr un mayor aprovechamiento del alimento ingerido, a una mayor temperatura hay más actividad en el medio así como un incremento en la tasa metabólica de los peces.

Con los horarios de alimentación establecidos, se inició a distribuir el alimento en toda la piscina y no en un solo punto como se mencionó anteriormente, el objetivo

de esto es para que así tanto peces grandes como pequeños puedan aprovechar el concentrado. Cuando solo se da en un punto, los peces grandes comen primero y la mayor cantidad de alimento dejando a los pequeños un porcentaje mínimo, lo cual al final del cultivo se ve reflejado en disparidad de tallas y por ende afectará la comercialización del producto.

Durante el cultivo fue posible vender varios quintales de pescado, con el dinero de esta venta se hizo la propuesta de construir una pequeña bodega (3 X 3) de lámina, para que hubiera un lugar adecuado para almacenar el concentrado. Regularmente este se quedaba en la intemperie y esto puede provocar el enmohecimiento, contaminación por roedores, moscas, que pueden ser vectores de enfermedades. Al consumir concentrado contaminado con hongos (productores de micotoxinas) esto puede producir en los peces tumores en el tracto digestivo.

- Muestreos

Los muestreos se implementaron cada 15 días, tomando siempre como base una muestra de 80 – 100 peces, para tener datos más confiables. La muestra es recomendable sacarla con trasmallo, ya que con atarraya se lastima mucho a los peces.

## **6.5 Trabajo en finca**

### **6.5.1 Capacitación del personal**

La idea de capacitar al personal surgió luego de sostener pláticas con el subgerente y con el encargado de recursos humanos, así fue como se enfocó la capacitación hacia el personal de ciertas áreas (parametristas, alimentadores y muestreadores) de la finca, ya que estos trabajadores son los que tienen una relación directa con el sistema de producción. Ellos bajo la dirección y orientación de los biólogos desempeñan las actividades, sin embargo es necesario que

conozcan y aprendan sobre temas que están relacionados con su trabajo y así poder integrar ambas cosas en el ámbito laboral. En varias ocasiones han sucedido problemas en las piscinas, que van desde un cambio brusco en la coloración del agua hasta camarones muertos, los empleados (mencionados anteriormente) muchas veces no reportan o comunican esto a los encargados, debido a que piensan que son situaciones normales de la piscina.

Lo anterior se pudo observar durante los primeros meses de la realización del EPS, tiempo en el cual el diagnóstico fue realizado (primer mes) donde se observó algunos detalles.

Con los encargados se definió que la capacitación se iba a dar en dos grupos (ver descripción de actividades), para así lograr la mayor atención y comprensión posible por parte de los participantes. De esta manera fue como se logró una buena organización, uno de los objetivos era el de la participación e interacción de todos los que asistieran.

#### 6.5.2 Descripción de actividades

Se formaron dos grupos para la capacitación, uno estuvo conformado por alimentadores y motoristas y en el otro estuvieron parametristas y muestreadores (Figura No. 11). Se hizo de esta manera por razones de espacio y tiempo, ya que el primer grupo estaba conformado por 22 personas.

A continuación se da una breve explicación sobre los puestos de trabajo y la labor que desempeñan los trabajadores que asistieron a la capacitación.



**Figura No. 11.** Capacitación

- **Parametrista:** esta persona es la encargada de tomar los parámetros físico-químicos (oxígeno, temperatura, pH, turbidez y salinidad) del agua tanto de las piscinas como de los esteros. Esta actividad se realiza tres veces al día (6:00, 13:00 y 18:00) todos los días, ya que son datos indispensables para el manejo, a través de estos se obtienen diferentes perspectivas de cada piscina y son determinantes para la toma de decisiones.
- **Muestreadores:** trabajan en parejas, sus labores son toma de muestras de crecimiento, muestreos poblacionales y muestreos de dureza, suavidad y calidad del camarón (en época de cosecha).
  - *Muestras de crecimiento:* consisten en muestrear semanalmente cada piscina para ver crecimientos. Las muestras se obtienen del lance de la atarraya (5 veces) en diferentes puntos, la muestra no debe llevar menos de 100 camarones. Luego estas se llevan a la oficina de biología para ser pesadas y así poder comparar los pesos con los de la semana anterior y ver los crecimientos.
  - *Muestreos poblacionales:* se realizan semanalmente, el objetivo principal es chequear y observar la población de camarones así como percibir la salud y condiciones de los mismos. Observando

como está la distribución de la población se hacen cierta cantidad de lances por piscina.

- Alimentador: Este grupo lo conforman 30 personas, cada alimentador tiene un motorista (15 alimentadores y 15 motoristas). Cada alimentador debe proporcionar 4 raciones diarias de concentrado, las cuales las dan a las 6:00, 10:00, 13:00 y 16:00 horas. Los biólogos realizan la proyección de alimentación dividiendo las raciones en porcentajes de 30 – 20 – 20 – 30, durante el día el alimentador puede incrementar o reducir estos porcentajes.

Con los grupos descritos, se impartieron los siguientes temas:

- Fertilización
- Uso de cal
- Turbidez
- Recambio de agua
- Alimento suplementario

Las capacitaciones se llevaron a cabo dentro de las instalaciones de la Finca en el área de la Oficina de Biología, los temas impartidos se enfocaron hacia la parte de producción. El material que se utilizó como apoyo en las capacitaciones fue el otorgarles fotocopias sobre el tema que se trató, además se utilizó un pizarrón para explicaciones varias y resolución de dudas. El tiempo invertido para las capacitaciones fue de una hora cada sesión, realizando estas dos veces a la semana, con una duración de doce semanas. Los trabajadores debieron de utilizar su tiempo libre. Para incentivar al grupo, se realizó una colecta de ropa (ajeno a la finca, por cuenta del epesista), que consistió en entregarles una playera a cada uno e informarles de las charlas que se iban a dar más adelante, para lo cual se les pedía su participación. Para el desarrollo de los temas que se impartieron dentro de las capacitaciones, se recibió apoyo de la finca el que consistió en que

los biólogos de los sectores participaran como exponentes en las charlas, transmitiendo sus experiencias en la labor que desempeñan.

### 6.5.3 Apoyo a la producción

- *Preparación de pre-criaderos*

Los pre-criaderos (PCs), consisten en piscinas no mayores a 1.5 Ha la finca cuenta con siete de estos, únicamente se utilizaron cuatro.

A cada una de estas piscinas se les realizó un trabajo especial en el fondo, el cual consistió en la elaboración de un canal de 50 cm de ancho que va a lo largo de toda la piscina, esto con el objetivo de facilitar la cosecha del camarón.

Quince días antes de la siembra se llenaron los PCs, durante la primera semana a un nivel de 60 cm, a partir de la segunda se llegó a los 80 cm. Esto para ir monitoreando el comportamiento de cada piscina en factores como oxígeno, color del agua, temperatura y salinidad. Basándose en las lecturas de estos datos, así se hace el pedido de la post-larva de camarón para que la aclimatación se lleve en el menor tiempo posible y reducir el stress en el camarón.

El manejo de los PCs se realizó según los planes de la gerencia, ya que el trabajo de fondos quedó acorde al plan de cosecha así como el monitoreo de la calidad de agua en cada uno. En esto último se presentó un pequeño inconveniente ya que en dos PCs en días previos a la siembra, hubo en las mañanas (6:00 a.m.) lecturas bajas de oxígeno, se logró resolver aplicando la aireación al 75% en estas piscinas lo cual contribuyó a recuperar y mantener el oxígeno hasta el día de la siembra.

- *Siembra de post-larvas en pre-criaderos*

En cada uno de los PCs se sembró hasta 14 millones de post-larvas (pls) dando esto densidades de 1,100 – 1,220 camarones/m<sup>2</sup>, ya que cada uno de estos abastecerá al resto de las piscinas de la finca. Las siembras se llevaron a cabo en horas de la tarde (16:00 – 18:00 hr) esto con el fin de evitar altas temperaturas para que así no afectara al momento de la manipulación de la post-larva.

Un día antes de cada siembra uno o dos biólogos (dependiendo de la cantidad de pls) debían ir al laboratorio de donde es adquirida la larva, para realizar un conteo junto con la gente encargada del laboratorio, para así tener una mayor certeza en la estimación de la cantidad de pls a enviar.

Para llevar a cabo esta actividad es necesario contar al menos con un grupo de 20 personas, las cuales en su mayoría son los alimentadores de la finca y algunos eventuales.

La siembra de los pre-criaderos se llevó a cabo sin mayor problema, en algunos PCs, fue necesaria la aclimatación de las post-larvas pero no fue más de dos horas el atraso. Esto se da ya que en el trayecto del laboratorio (ubicado en el km 15 carretera a Monterrico) hacia la finca (Champerico) las post-larvas sufren algunas variaciones en la temperatura de 1-2 grados y al momento de la recepción en las piscinas se debe realizar la aclimatación para igualar la temperatura del agua de los tinacos de transporte con la de la piscina. Esto se lleva a cabo a través del cuadro de Pearsson el cual dice que hay que ir subiendo el nivel de agua de los dinos (con agua de la piscina) cada 15 minutos de 10 – 15cm para así igualar ambas temperaturas.

Al momento de colocar las pls en los dinos es importante alimentarlas constantemente (concentrado en polvo) ya que en esta edad son bastante activas y necesitan alimentarse, ya que si no puede ocurrir canibalismo.

Luego de la siembra se dejaron 10 cajas plásticas con agua de la piscina sembrada y 50 pls. Al siguiente día se cuantificó la sobrevivencia, la cual dio como resultado un promedio de 98%.

- *Transferencia de camarón*

La transferencia consiste en trasladar los camarones de los pre-criaderos (PCs) hacia el resto de las piscinas de la finca, se lleva a cabo cuando el camarón tiene un peso promedio de 0.3 – 0.5 gr. y se realiza durante la madrugada hasta las primeras horas de la mañana (2:00 – 10:00 a.m.), la mayoría de veces está en función de la temperatura del ambiente, por ejemplo si amaneció nublado se puede seguir trabajando hasta las 12:00 p.m. Se transfiere a este peso el camarón, ya que es mucho más manipulable y su cosecha es bastante rápida, debido a la corriente que se forma en el canal de en medio de la piscina el camarón va saliendo con mayor fluidez.

La transferencia se realiza en motos, cada moto aparte del piloto lleva un ayudante, el cual va cargando dos cajas plásticas acanaladas cubiertas con una malla de gorra (5 $\mu$ m) en las cuales van alrededor de 3-4 libras. Al llegar la motocicleta a la piscina que está siendo sembrada, las cajas son pesadas en una balanza de reloj, posteriormente el camarón es depositado en un muelle que está dentro de la piscina.

En cada piscina de siembra hay un biólogo, este lleva el registro de la cantidad que va siendo sembrada (Anexo No. 2), está acompañado de un auxiliar de laboratorio quien se encarga de ir sacando los pesos promedio del camarón así como chequear los porcentajes de muda.

Un día antes de la transferencia, el PCs que se va a cosechar se le baja el nivel de agua, (si está a 110 cm se baja a 70 cm) esto para ahorrar tiempo y facilitar la cosecha, ya que a un nivel más bajo es más fácil que drene la piscina.

En promedio las transferencias fueron realizadas satisfactoriamente ya que los porcentajes de mortalidad no fueron mayores al 3%. Esto se pudo contabilizar gracias a que en el muelle donde era depositado el camarón transferido está revestido por una malla de gorra la cual va por debajo de la superficie, entonces el camarón que se muere se va al fondo de esta malla y el que no sale de esta hacia la piscina, esto se lleva a cabo 2 horas después de sembrada la piscina.

Lo más importante de la transferencia es la certeza que se tiene al momento de sembrar cada piscina, ya que se sabe con exactitud la cantidad en libras y número de animales que fueron transferidos y sembrados. Esto sirve también para saber la cantidad de alimento suplementario (concentrado para camarón) que se necesita empezar a dar desde un principio, para así no estar sub- alimentando o sobre alimentando ya que cualquiera de estos significa pérdidas para la empresa.

- *Alimentación*

El sector Acapolón intensivo está formado por 19 piscinas, estas se encuentran divididas en tres sectores:

- Sur
- Norte
- Pre-criaderos

Sector sur: está compuesto por 6 piscinas, que hacen un total de 55.3 Ha, este es el sector más grande, está a cargo de un grupo de seis alimentadores cada uno con un motorista (persona que maneja el motor de la lancha) quienes son supervisados por el biólogo encargado del sector.

En la etapa de engorde este sector consume aproximadamente un promedio de 350 libras de concentrado/hectárea (lb/Ha).

Sector norte: formado por 4 piscinas, hacen un total de 28.1 Ha, es el segundo sector más grande, el biólogo de este sector, tiene cuatro alimentadores para llevar a cabo el engorde. El consumo promedio es de 300 lb/Ha.

Pre-criaderos: este es el más pequeño, eso no lo hace menos importante, ya que sus 13.2 Ha para el inicio del ciclo son utilizadas como su nombre lo indica de pre-criaderos, de los cuales luego el camarón es transferido al resto de piscinas y éstos al igual que el resto continúa con el ciclo de engorde.

Estas piscinas son alimentadas por tres personas, la cuales están bajo el mando del biólogo del sector.

En ciclos anteriores (2005 hacia atrás) la finca había tenido la política de alimentar tres veces al día, a partir de este ciclo 2006 se implementó ha 4 veces al día, para que así el camarón pueda aprovechar mejor los nutrientes del alimento (ver alimento).

En la finca se trabajan con dos marcas de concentrado (Figura No. 12), Purina y Nicovita. La primera es producto nacional y este último es peruano, ambos contienen 35% de proteína, este es el porcentaje que se trabaja a lo largo del ciclo.

La calidad de ambos concentrados es muy buena ya que han dado buenos resultados durante el proceso de engorde. La razón por que se utilizan dos marcas es por la forma en que manejan la línea de crédito ambas empresas proveedoras, con este sistema la finca puede adaptar la rotación del inventario del alimento así como adaptar sus cuentas por pagar, ya que este rubro significa un alto costo para la finca.



**Figura No. 12.** Purina 100 lb y Nicovita 55 lb

- Alimento

El alimento representa del 50 al 60% del costo variable de operación de una camaronera en sistemas intensivos y del 25 al 35% en sistemas semi-intensivos. Por tal razón, el manejo de la alimentación se convierte en un factor crítico para evitar crecimientos bajos, altas conversiones, baja supervivencia, contaminación del agua, enfermedades, producciones bajas, y el impacto ambiental de los efluentes de los estanques en las áreas adyacentes.

El manejo del alimento involucra varios pasos como: la selección del alimento, recepción, manipuleo y almacenamiento, métodos de aplicación, regímenes de alimentación y disponibilidad de alimento natural. Para alimentar, se requiere de la determinación de los patrones de actividad diaria, frecuencia y tiempo de alimentación (sujeto a cambio con la ubicación geográfica, especie, edad, tamaño, densidad de siembra, estación, condiciones ambientales inusuales y otros estímulos).

- Tipos de alimento

En sistemas de cultivo semi-intensivo e intensivo existe una interrelación entre el alimento natural estimulado por los fertilizantes y los alimentos suplementarios suministrados mediante varios métodos de alimentación. Tanto la alimentación natural como suplementaria permiten un adecuado flujo de nutrientes, los cuales conllevan a la mejor nutrición del camarón.

- Alimento natural

Con una adecuada preparación inorgánica y orgánica del suelo y agua del estanque se estimula el desarrollo del alimento natural, del que se obtiene la energía y proteína necesaria para el crecimiento, sostenimiento y producción. El aporte nutricional del fitoplancton esta representado más que por la cantidad de nutrientes, por su calidad y valor biológico, debido a que aunque casi el 90% de su estructura es agua, el restante 8-10% es materia seca de la cual 50 a 70% es proteína. Esta posee un alto contenido de aminoácidos de fácil absorción y fuente de numeroso micro elementos como vitaminas, minerales; además de glúcidos y lípidos esenciales como factores de crecimiento, precursores hormonales y catalizadores de enzimas.

- Alimento Suplementario

El alimento suplementario debe satisfacer los requerimientos nutricionales del camarón, teniendo en cuenta las condiciones de cultivo semi-intensivo o intensivo.

El requerimiento estará en relación directa con el nivel de producción en un volumen dado. Un alimento completo será aquel que no dependa de la productividad natural para el aporte de nutrientes y para el nivel de producción deseado. Debe contener todos los nutrientes requeridos por el camarón. Esto permite elaborar y observar en la práctica, la presencia de una gran gama y variabilidad de alimentos, magnificados por consideraciones de tamaño y estado fisiológico del camarón y condiciones especiales del medio ambiente.

Los alimentos para el cultivo del camarón deben tener estabilidad en el agua mínimo de 3.0 horas, atractabilidad, palatabilidad, alta digestibilidad, libre de tóxicos para el camarón y el hombre, con lo que se pueda lograr una tasa de conversión cercana o inferior a 1.1, logrando mínima contaminación del medio y contribuyendo a una acuicultura sostenible.

- Alimentación en comederos

Los comederos son una herramienta que utilizan las fincas camaroneras que producen grandes volúmenes. Estos son elaborados con tubos de PVC de ½” con estos forman Cuadro No. s de 60 X 60 cm (Figura No. 13), los cuales en una de las caras se le coloca malla de gorra de 1mm de diámetro, la que es amarrada con hilo de nylon. A los comederos se les coloca un marco extra de PVC para así evitar que se salgan las partículas de alimento.



**Figura No. 13.** Comedero de PVC y malla de gorra

Estos comederos son elaborados en las fincas por los alimentadores (Figura No. 14), cada alimentador y motorista de piscina, debe elaborar los que vayan a necesitar.

En piscinas mayores a 5 Ha se manejan 45 comederos/Ha

En piscinas menores a 5 Ha se manejan 55 comederos/Ha.

Este método contempla el suministro total del alimento en forma equitativa sobre un número de comederos por hectárea (anteriormente descrito). Esta ración diaria se divide en 4 dosis al día (7:00 – 10:00 – 13:00 y 16:00 hr). Para ello, es necesario un continuo chequeo del alimentador

El sistema de comederos permite sustentar la producción acuícola con menos errores de interpretación en el suministro de alimento y por lo tanto lograr constancia en los valores de conversiones alimenticias a pesar de las altas mortalidades producidas por enfermedades.

Paralelamente, este método facilita obtener un estimado de la biomasa y población de camarones, permitiendo la predicción de la cosecha. Al ser un método de evaluación continua permite el análisis, evaluación y corrección de problemas cuando el consumo se detenga o incremente dramáticamente. Es importante mencionar que otros métodos de estimación de la biomasa y supervivencia (muestreos poblacionales y cubos de control de supervivencia) permiten ajustar los cálculos hallados con los comederos.



**Figura No. 14.** Elaboración de comederos

## 6.6 Conclusiones

- El personal operativo es un elemento de suma importancia en el proceso de producción de la finca.
- Los alumnos del nivel primario de las distintas escuelas, aprendieron acerca de la importancia y el uso sostenible de los recursos naturales y su implicación en la actualidad.
- Con la asistencia técnica se realizó la sistematización del manejo del cultivo de tilapia *Oreochromis niloticus*, se logró implementar métodos sencillos de control en estanques artesanales con lo cual se obtendrá mejoras en la producción.
- Se fortaleció el material bibliográfico en las bibliotecas de las escuelas Auto Gestión Comunitaria Sector Jovel y Escuela de la Tercera Calle.
- Los beneficios de la capacitación se materializan en el uso eficiente de los recursos en la producción camaronera.

## 6.7 Recomendaciones

- Las capacitaciones que se impartan a los trabajadores deben de adecuarse al cargo de cada uno, según su función y desempeño dentro de la finca, además de adaptarse a las condiciones en que se realizan y con los recursos con que se cuenta.
- Continuar con actividades para el cuidado del medio ambiente y recursos naturales en las escuelas Auto Gestión Comunitaria Sector Jovel y Escuela de la Tercera Calle.

- Que las direcciones de las escuelas realicen gestiones para continuar fortaleciendo el material bibliográfico de las bibliotecas de las mismas.
- Capacitar constantemente a los trabajadores de campo en el manejo de la producción de camarón.

## 7. PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN

### 7.1 Introducción

La producción acuícola en el país ha crecido grandemente en los últimos años, ya que la demanda de productos hidrobiológicos ha aumentado a nivel nacional e internacional, sobre todo los mercados europeos y estadounidenses que son exigentes tanto en volúmenes de producción como en la calidad de los mismos.

En Guatemala la industria camaronera es de las más sobresalientes en el medio acuícola, tanto por sus sistemas de producción como la tecnificación del mismo. Año con año han puesto en marcha nuevas estrategias de producción para optimizar la misma, con ciclos de cultivo más cortos y por ende más eficientes.

La finca SAN JOSÉ S.A. produce camarón a nivel intensivo, debido a las demandas del mercado, algunas de las estrategias que se han puesto en práctica, son el incremento en la densidad de siembra (camarones/metro<sup>2</sup>), cosechar camarones de menor talla, dos ciclos por año, incremento aireación/Ha, apertura de nuevos mercados. Junto a estos cambios, también se han presentado algunos problemas, los cuales se han originado por la calidad de agua, afectando la misma hasta el punto de provocar grandes porcentajes de muertes en camarones.

El problema descrito se debe en parte al aumento de las densidades de siembra aunado a una alta tasa de alimentación y bajos porcentajes de recambio de agua (para estas densidades), los sistemas tienen una capacidad de carga, que al incrementarse provoca la presencia de amonio, el cual a una cierta cantidad es tóxico (amonio no ionizado NH<sub>3</sub>) para los camarones, incidiendo en altas mortalidades.

En cultivos intensivos de camarón blanco *Litopenaeus vannamei*, la presencia de amonio (NH<sub>3</sub>) representa un factor importante a evaluar, debido a la incidencia negativa en el proceso de engorde, ya que se presentan altos porcentajes de mortalidades (Acapolón intensivo ciclo 2005 17% sobrevivencia), bajas tasas de

crecimiento, sobre-alimentación lo que al final del ciclo de producción se traduce en grandes pérdidas económicas para la empresa.

A través de esta investigación se determinó que los niveles de amonio ( $\text{NH}_3$ ) son directamente proporcionales a las densidades (camarones/  $\text{m}^2$ ), al aumento de la carga/ $\text{m}^2$  ( $\text{g}/\text{m}^2$ ) de las piscinas, al incremento de la ración de alimento y al sistema de manejo de los recambios. Se implementaron programas de monitoreo de amonio, aumento en los porcentajes de recambio de agua y reducción en la tasa de alimentación para mitigar, mantener y eliminar los niveles de  $\text{NH}_3$ .

## 7.2 Marco teórico

### 7.2.1 Descripción de la especie en cultivo

- Camarón blanco *Litopenaeus vannamei*

Conocido regionalmente como camarón blanco del Pacífico, es una especie nativa de la costa oeste del Océano Pacífico y su distribución va desde Sonora, en el Golfo de California, México, hasta las costas del Perú. Se le puede encontrar en aguas costeras desde 0 hasta 72 m de profundidad, sobre fondos fangosos, con preferencia por las aguas marinas en su vida de adulto y por las estuarinas desde postlarva hasta juvenil.

Esta especie puede alcanzar una talla comercial de 20 gramos a partir de postlarvas de 5 a 15 días, en un tiempo de 4 a 6 meses, a una densidad de 50,000 a 75,000 individuos por hectárea.

*Litopenaeus vannamei* tolera amplios rangos de temperatura y salinidad y puede crecer muy bien en salinidades muy bajas.

Esta especie es muy apreciada por los acuicultores no solo por sus excelentes condiciones de crecimiento y sobrevivencia, sino además por su alto valor en el mercado (LinSuWam, 1995).

- Hábitat

El complejo ciclo de vida de muchos de los camarones peneidos, hace que ocupen una gran diversidad de hábitats durante su existencia. El hábitat de los peneidos puede ser dividido de acuerdo a su desarrollo y crecimiento en tres etapas diferentes: el primero corresponde al desarrollo embrionario, larvas y estadio juvenil temprano; el segundo corresponde a los estadios juvenil tardío y preadultos y el tercero a los adultos inmaduros y a los adultos maduros.

En la primera etapa, el hábitat corresponde a aguas oceánicas, la vida de los camarones es la planctónica y su distribución horizontal está controlada principalmente por las corrientes marinas.

La distribución vertical muestra variaciones de acuerdo a la fase de desarrollo. La duración de la vida planctónica está relacionada con la temperatura. De acuerdo a investigaciones llevadas a cabo, el número de días para el desarrollo de las primeras fases del camarón *Penaeus*, hasta juveniles de aproximadamente 9 mm, es de 25-28 días a temperaturas de 19-25 °C y de 26 días a temperaturas de 26-29 °C.

El segundo hábitat es encontrado en las áreas de maternidad y crecimiento, que corresponde a bahías cerradas, lagunas costeras y sistemas estuarinos; en esta etapa los camarones juveniles adquieren hábitos bentónicos, distribuyéndose en una amplia gama de lugares de acuerdo a la especie: en la columna más cálida, cerca de la costa; en los mantos de algas y sedimentos lodosos; en la región donde las aguas oceánicas tienen mayor influencia, etcétera.

El hábitat de los adultos es generalmente el mar abierto. La profundidad a la que viven depende de la especie. Su distribución, tanto vertical como horizontal, está determinada por la estación del año, principalmente debido a los cambios de temperatura y distribución de alimento (LinSuWam, 1995).

- Alimentación

La de los camarones varía en las diferentes etapas de su ciclo de vida: en sus primeros estadios, es decir cuando es nauplio, no requiere alimentación externa ya que se alimenta del vitelo del huevo; durante los estadios de protozoa y las primeras fases de mysis, se alimenta primordialmente de fitoplancton, sobre todo diatomeas; en las últimas fases de mysis y ya como postlarva se alimenta de zooplancton. Los camarones juveniles y adultos son organismos omnívoros, es decir que su dieta está constituida en forma natural por una gran diversidad de

alimento de diferente origen: animal, vegetal e incluso detritos orgánicos que consume junto con el sedimento. Algunos estudios, indican que el crecimiento del camarón se incrementa si el fitoplancton está formado predominantemente por diatomeas (Talavera, 1997).

- Crecimiento

El crecimiento del camarón depende de diversos factores, siendo los más importantes: la especie, edad, temperatura, disponibilidad de alimento y el sexo.

Por lo general las hembras alcanzan tallas mayores que los machos, en la mayoría de las especies de camarones que se cultivan; así sucede efectivamente en el camarón azul, en donde una hembra puede alcanzar unos 15 cm en el tiempo en que un macho alcanza alrededor 13 cm.

La temperatura es un factor de enorme importancia en el crecimiento de estos organismos; a mayor temperatura, se presenta por lo general un mayor crecimiento. La tolerancia a la temperatura, los rangos óptimos y la razón de cómo afecta el crecimiento, depende de las especies, de la edad y de otros factores como salinidad, oxígeno disuelto, etc.

Las épocas de reproducción afectan el crecimiento, especialmente de las hembras ya que gran parte de la energía la emplean en la formación del material gonádico antes que en el crecimiento.

La disponibilidad de alimento es otro factor importante en el crecimiento. Si éste está disponible en cantidades aceptables, el crecimiento se verá favorecido; mientras que si el camarón tiene que emplear una gran cantidad de energía en buscar su alimento, el crecimiento se verá afectado negativamente.

Otros factores, tales como la salinidad y el oxígeno disuelto en el agua, tienen también un efecto significativo en el crecimiento. Por lo general algunas especies como el camarón blanco crecen mejor a bajas salinidades (entre 15 y 20 partes

por mil); el camarón azul puede crecer mejor a salinidades un poco más altas (entre 30 y 35), aunque puede tolerar, sin dejar de crecer, hasta 50 partes por mil.

El rango óptimo de oxígeno disuelto para un buen crecimiento, es de 4 a 7 mg/l por debajo de estas cantidades el camarón gasta energía en pasar más agua por las branquias, lo cual afecta el crecimiento. Por otro lado a cantidades mayores pueden presentarse trastornos como burbujas en la hemolinfa, lo cual podría reflejarse también en el crecimiento y sobrevivencia del organismo (LinSuWam, 2002).

- Longevidad

Se sabe que la mayoría de los camarones viven solamente un año; sin embargo, hay especies como *Penaeus japonicus*, *Metapenaeus conoceros*, que viven 2 años; al parecer en el mismo caso están algunas especies americanas como el *L. stylirostris* y *L. vannamei*.

- Migración

La migración de los camarones en rutas fijas, es observada solamente cuando ellos se mueven de un hábitat a otro durante su ciclo de vida; por ejemplo, del mar abierto a los sistemas lagunares durante los estadios postlarvales y juveniles o al revés, cuando van a pasar al estado adulto y reproducirse. Otro tipo de migraciones son muy irregulares y están al parecer relacionadas con la disponibilidad de alimento en el piso. Factores de tipo ambiental como temperatura, salinidad y cantidad de oxígeno disuelto, pueden influenciar también migraciones hacia localidades más aptas (Marroquín, 1999).

### 7.2.2 Factores relacionados con la producción de camarón

- Calidad de agua

Las especies de camarón de aguas cálidas crecen mejor a temperaturas entre 25°C y 32°C. Estos rangos de temperatura a lo largo del año son característicos de las aguas costeras. En la costa del pacífico es común obtener dos ciclos de

cultivo al año, en algunas áreas se obtiene uno y en otras son posibles dos ciclos, pero uno va a estar limitado por la baja temperatura del agua.

Existe un gran número de factores físicos, químicos y biológicos que influyen sobre el desarrollo del camarón. Ejercen su acción de múltiples formas, ya sea cooperando unos con otros, o bien oponiéndose entre si. Así, la temperatura, la concentración de los nutrientes, la concentración salina o la reacción actual (pH), cuyos valores sean superiores o inferiores a los óptimos pueden alterar considerablemente el crecimiento, la supervivencia, el metabolismo y la alimentación. Esta última una de las funciones más importantes del organismo puesto que a partir de ella se obtiene la energía y la proteína necesaria para el crecimiento, el mantenimiento y la producción, de manera que la clase y la calidad del alimento y su disponibilidad son factores limitantes para el cultivo.

La producción camaronera en relación directa con la cantidad y calidad de alimento depende en primera instancia de la productividad primaria (cadena autotrófica). Regulada principalmente por condiciones ambientales y el debido aporte de sustancias nutritivas.

El fitoplancton a su vez es utilizado directamente por las poblaciones de zooplancton, el bentos y finalmente el camarón. Además del valor biológico, por su calidad y cantidad, el fitoplancton nutricionalmente proporciona entre un 8 a 10% de la materia seca, de la cual el 50 a 70% es proteína, la cual posee un alto contenido de aminoácidos de fácil absorción y por ser fuente de numerosos microelementos como vitaminas, minerales, además de glúcidos y lípidos esenciales como factores de crecimiento.

Finalmente el fitoplancton cumple un papel definitivo en el control de la calidad del agua, en la regulación de la concentración del dióxido de carbono, del pH y del oxígeno disuelto, el consumo de compuestos nitrogenados, contribuye a la bioturbulencia en la columna de agua, etc.

Al constituirse el fitoplancton como el primer nivel trófico alimenticio es necesario desarrollar métodos de observación (programa de monitoreo), continuidad y disciplina para poder establecer los cambios que se producen y establecer los factores necesarios que se requieren para obtener una mejor producción a través del aporte adicional de fertilizantes.

Tradicionalmente la evaluación y composición taxonómica algal ha sido conceptualizada erróneamente a través de técnicas impropias de conteo, escasa especificidad a nivel de tasas y de análisis, lo cual conlleva en la mayoría de los casos a la toma de decisiones erráticas en detrimento de la producción.

La correcta identificación y valoración es de vital importancia para el desarrollo de las políticas de manejo, en la implementación de programas de fertilización (orgánico e inorgánico), establecer el periodo de maduración, la frecuencia de fertilización, las tasas de recambio (Vargas, 2001).

- Temperatura

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 críticos conforme aumenta la temperatura.

El calor penetra por la superficie del agua y calienta la capa superficial más rápido que la del fondo. Como la densidad del agua (peso por unidad de volumen) disminuye conforme aumenta su temperatura sobre los 4 °C, la capa superficial

puede ser tan caliente y ligera que no se mezcla con la más fría del fondo. Esta separación de las capas del agua se denomina estratificación termal. La estratificación tiene a menudo un patrón diario: durante el día la temperatura del agua aumenta y se forma una capa cálida, durante la noche la temperatura de la capa superficial disminuye a la misma que la del agua del fondo, por lo que las capas se mezclan (Boyd, 2001).

- Oxígeno

Junto al factor temperatura, el oxígeno es uno de los más importantes, ya que de él depende la vida de los organismos en cultivo, puesto que lo respiran obteniéndolo del medio en que viven, ya que este gas se encuentra disuelto en el agua. La concentración del OD en el agua es medida, usualmente, en partes por millón (ppm) o en miligramos por litro (mg/l); utilizando al efecto un equipo denominado oxímetro. Oxígeno disuelto y temperatura son dos factores íntimamente relacionados entre sí, de tal forma que la solubilidad del oxígeno en el agua disminuye a medida que aumenta la temperatura. Por ejemplo, al 100% de saturación al nivel del mar, el agua dulce a 20°C contiene 8,84 mg/l de OD, mientras que a 30°C, contendrá 7,53. Los camarones, crecen más rápido cuanto mayor es la temperatura del agua y transforman mejor el alimento consumido a esas temperaturas (dentro del límite exigido por el sistema). Por lo tanto, existirá un compromiso que deberá ser respetado por el productor, de mantener los niveles de este gas en forma correcta y según el requerimiento del cultivo, ya que los procesos metabólicos que se cumplen en los camarones requieren abundante cantidad de oxígeno, que dependerá además de la talla de estos.

La mayor cantidad de oxígeno en el agua en estanques, proviene del producido por el proceso de fotosíntesis realizado por los vegetales (especialmente las algas microscópicas), la aireación aportada al ingresar a los cerramientos de cultivo y el producido por los vientos en superficie. El proceso de difusión promueve la incorporación del gas al medio. Ciertas fuentes de agua de abastecimiento, como las provenientes de vertientes, carecen de suficiente oxígeno o poseen muy bajo contenido, por lo que ellas deberán ser aireadas a través de recorrido por canales

u otros métodos, que en general, insumen un costo. En los sistemas intensivos, el agua aporte el OD.

La concentración de oxígeno requerida por los camarones, dependerá además de la fase de su ciclo de vida y de su actividad de reproducción, crecimiento o metabolismo general.

Las plantas que crecen en los estanques producen oxígeno durante la fotosíntesis. En el día las plantas pueden producir oxígeno tan rápidamente que su concentración puede ser superior a la del punto de saturación. Cuando el agua contiene más oxígeno disuelto que lo que corresponde a una determinada temperatura y presión atmosférica, se dice que el agua está sobresaturada de oxígeno disuelto. El agua también puede tener oxígeno por debajo del punto de saturación. La respiración de los organismos puede provocar que el nivel de oxígeno disuelto baje, el oxígeno disuelto normalmente está por debajo del punto de saturación por la noche.

Cuando el oxígeno disuelto está por debajo del punto de saturación, existe un flujo neto de moléculas de oxígeno desde el aire hacia el agua. En el punto de saturación el número de moléculas entrantes y salientes es el mismo. Cuando el agua está sobresaturada de oxígeno, existe un flujo neto de moléculas de oxígeno del agua hacia el aire. Mientras mayor sea la diferencia de presión del oxígeno en el aire y en el agua, mayor será también el intercambio de moléculas de oxígeno.

La concentración del oxígeno disuelto puede bajar tanto que los camarones pueden morir. Sin embargo los efectos usuales del oxígeno disuelto bajo se 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 alimenticia comparable con la de un estanque con niveles normales (Boyd, 2001).

- Salinidad

La salinidad es la concentración total de los iones disueltos. La salinidad depende básicamente de siete iones, cuyo valor promedio de concentración en el agua de mar es: Sodio, 10,500 mg/L; Magnesio, 1,450 mg/L; Calcio, 400 mg/L; Potasio, 370 mg/L; Cloruro, 19,000 mg/L; Sulfato, 2,700 mg/L; Bicarbonato, 142 mg/L. La salinidad promedio del agua de mar es 34.5 partes por mil (ppm). En agua salobre, la salinidad varía de acuerdo a la salinidad de la fuente de agua. La salinidad en las aguas estuarinas puede ser similar a la del agua dulce durante la época de lluvia y aumentar durante la sequía. Los estuarios con acceso limitado al mar tienen mayor salinidad que éste durante la temporada de sequía ya que los iones se concentran a causa de la evaporación. La salinidad disminuye conforme se aleja de la boca del estuario, y la salinidad puede estratificarse de acuerdo a la profundidad en el estuario.

Aunque el *Litopenaeus vannamei* puede ser cultivado exitosamente en estanques costeros con salinidad entre 1 y 40 ppm, se produce mejor con una salinidad superior a 5 ppm (Jory, 1998).

- pH

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.

El pH posee una estrecha interdependencia entre las comunidades vegetales, animales y el medio acuático. Este fenómeno ocurre a medida en que las comunidades acuáticas interfieren en el pH, así como el pH interfiere de diferentes maneras en el metabolismo de estas comunidades. Con respecto a las comunidades, actúa directamente en los procesos de permeabilidad de la

membrana celular de los organismos integrantes, interfiriendo en el transporte iónico intra y extracelular, así como también entre organismos en el medio.

Un ejemplo de la interferencia de las comunidades acuáticas en los valores de pH del medio se observa a través de la asimilación del  $\text{CO}_2$ , ya que durante el proceso fotosintético, las macrofitas acuáticas y las algas pueden elevar el pH del medio. Este factor es particularmente frecuente en aguas con poco poder de neutralizar ácidos (baja alcalinidad o capacidad buffer). Por otro lado en ambientes acuáticos con alcalinidad alta se presenta poca variación, así mismo con alta tasa fotosintética (poder tampón). En estos sistemas de alta alcalinidad el consumo de  $\text{CO}_2$  es compensado inmediatamente por la disociación de bicarbonato de calcio. De esta forma las variaciones de pH son pocas, excepto en casos que ocurren floraciones de microalgas o crecimiento de comunidades densas de macrofitas acuáticas. En este último caso, el pH del medio puede llegar a 11.

Los organismos heterótrofos (bacterias y animales acuáticos) interfieren sobre el pH del medio en general, bajándolo. Esta situación ocurre debido a los intensos procesos de descomposición y respiración, a través de los cuales hay liberación de  $\text{CO}_2$ , que por hidrólisis origina ácido carbónico e iones de hidrógeno.

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.

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. 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 (Boyd, 2001).

- 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 es superior por mucho a la de las otras bases. La alcalinidad debe ser superior a 75 mg/L en estanques de camarón. El agua de mar tiene un valor promedio de 120 mg/L. La alcalinidad generalmente desciende en estanques con suelos ácidos y baja en aguas con baja salinidad.

La alcalinidad del agua, está relacionada directamente a la capacidad que posee el agua para mantener un equilibrio de ácido-base (denominado sistema buffer o tampón, propio del agua). Las aguas con reducida alcalinidad (por debajo de 20 mg/litro de carbonato de Calcio) muestran un bajo poder de equilibrio y presentan por lo tanto, mayores fluctuaciones diarias de pH, debido a los procesos ya mencionados de fotosíntesis y respiración (Cheng, 1996).

- Dureza

Este es otro de los parámetros principales que se deben de monitorear tanto de la fuente de abastecimiento como del agua de los estanques y que muestra la total concentración de iones, principalmente Calcio (Ca) y Magnesio (Mg) presentes en el agua. En general, este factor se encuentra asociado al anterior de alcalinidad total o sea a los iones carbonatos y bicarbonatos asociados a metales como el

Sodio (Na) y Potasio (K) principalmente. Otros, como los sulfatos, nitratos, cloruros, etc., también son expresados como tales.

La determinación de la dureza de un agua, se efectúa también en laboratorio y sus resultados son importantes. En el caso de los camarones, las aguas no podrán ser extremadamente duras (o sea con excesiva cantidad de calcio) ni tampoco blandas (con pocos carbonatos) ya que este elemento influye notablemente en el proceso biológico de muda o cambio del exoesqueleto; método que utilizan estos animales para crecer. Es decir, los camarones crecen al cambiar el caparazón (el viejo que desprenden y el nuevo que construyen). Si el agua de cultivo es demasiado dura, les será difícil desprenderse del exoesqueleto viejo y morirán; mientras que si el agua es demasiado blanda, no podrán formar su nuevo caparazón por falta de suficientes carbonatos y serán presas fáciles de predadores, inclusive del canibalismo (Cheng, 1996).

- Turbidez

La profundidad de visibilidad de un objeto bajo el agua tal como el disco de Secchi provee una medida de la transparencia. Por lo que, mientras mayor sea la turbidez del agua, menor será la visibilidad del disco Secchi. La turbidez en estanques de cultivo de camarón resulta a partir del florecimiento algal y de las partículas de suelo o materia orgánica en suspensión.

Ambos tipos de turbidez restringen la penetración de la luz en el agua del estanque y la disminución de esta sobre el fondo del estanque no permite el crecimiento de algas filamentosas y plantas acuáticas macrofitas, indeseables sobre el fondo.

En estanques de camarón, se desea la turbidez del fitoplancton ya que este es la base de la cadena alimenticia, que termina en el camarón. Un estanque de poca turbidez o visibilidad (estanque claro) indica que existe poco fitoplancton y podría haber poca disponibilidad de alimento natural para el camarón. Los estanques claros carecen o tienen poca concentración de nutrientes; por lo que es necesario

aplicar tanto fertilizantes inorgánicos o abonos orgánicos para favorecer el desarrollo algal y proveer mas alimento natural.

Las floraciones de plancton también pueden impartir color amarillo, rojo, marrón u oscuro al agua.

En estanques de cultivo de camarón es deseable una visibilidad del disco Secchi de 30-40 cm. Las floraciones altas de plancton pueden restringir la visibilidad del disco Secchi a menos de 30 cm. y tales limitaciones son indeseables ya que pueden surgir problemas de concentraciones bajas de oxígeno disuelto (Cheng, 1996).

- Plancton

Son organismos marinos y dulceacuícolas que van a la deriva o que flotan en la superficie del agua. Debido a su minúsculo tamaño y a la dificultad de desplazarse contracorriente, su movimiento depende de las mareas, las corrientes y los vientos. Cuando los componentes del plancton son bacterias, algas y hongos microscópicos, se llama fitoplancton. Los grupos más importantes de algas que forman parte del fitoplancton son las diatomeas, las algas pardo-doradas, las algas verdes y las algas verde-azuladas. El otro componente del plancton es el zooplancton, que comprende protozoos y pequeños crustáceos, medusas, gusanos y moluscos, además de huevos y larvas de muchas especies animales marinas y de agua dulce. Los grupos más importantes de protozoos del zooplancton son los dinoflagelados y los foraminíferos.

Hay muchos tipos de algas; sin embargo, todas son organismos autótrofos. Quiere decir que las algas son capaces de fabricar su propia comida, mediante un proceso denominado fotosíntesis. Para ello, solo necesitan la energía del Sol, agua, dióxido de carbono y sales minerales. Casi todas las algas son acuáticas. Las que viven en lagos y océanos son un alimento importante para muchos animales.

En el cultivo de camarón, el objetivo de la fertilización o aporte de nutrientes es favorecer el desarrollo de una buena floración de fitoplancton, principalmente diatomeas, zooplancton y bacteria, que constituyen alimento del camarón en la columna de agua y en el fondo del estanque, respectivamente.

- Partículas disueltas presentes en el agua

Las plantas acuáticas generan oxígeno durante la fotosíntesis y obtienen hidrógeno del agua. El dióxido de carbono entra al agua a través del aire y de la respiración de plantas, bacterias y animales. Los otros elementos son aportados a los estanques por la fuente de agua, por los minerales del fondo, por los fertilizantes y el alimento balanceado. Algunas algas y bacteria pueden tomar moléculas de nitrógeno (N<sub>2</sub>), el cual llega al agua por el aire, convirtiéndolo en nitrógeno orgánico en el tejido de la planta.

Comparados con otros nutrientes, el nitrógeno y el fósforo son los principales limitantes en el crecimiento de fitoplancton. Los estanques se fertilizan para contrarrestar la falta natural de nitrógeno y fósforo. Después del nitrógeno y fósforo, el siguiente limitante de la productividad es el carbón. La disponibilidad de carbono es particularmente baja en aguas ácidas y en aguas con un pH alto. La cal agrícola se utiliza para neutralizar la acidez y mejorar la alcalinidad y la disponibilidad de carbón en estanques ácidos. Una manera económica de mejorar la disponibilidad de carbón en aguas con pH alto, es añadir materia orgánica, que al descomponerse libera dióxido de carbono. Concentraciones bajas de trazas de metales y en particular de hierro, pueden limitar el crecimiento del fitoplancton en los estanques.

El agua contiene sólidos inorgánicos en suspensión que llegan a los estanques con el suministro de agua; han sido suspendidas en el agua por efecto de las olas o de las corrientes de agua generadas por el viento. Las partículas mayores se depositarán en el fondo y las más pequeñas permanecerán suspendidas por largo tiempo, generando turbidez (Vargas, 2001).

Las sustancias orgánicas en los estanques son muchas: azúcares, aminoácidos, taninos, almidones, polipéptidos, vitaminas, proteínas, ácidos grasos, ácidos húmicos, etc. El plancton y las bacterias contribuyen también a la carga orgánica en el agua y también abundan grandes partículas de detritus. No se conocen los rangos de concentraciones deseables de partículas orgánicas, pero los estanques usualmente tienen menos de 100 mg/L de materia orgánica.

Las sustancias orgánicas, particularmente el plancton, generan turbidez, pero ésta es una turbidez deseable a diferencia de la generada por las partículas de arcilla. Los estanques son más productivos cuando la turbidez por plancton limita la visibilidad a 25-40 cm. A este nivel de plancton usualmente existe suficiente alimento natural, el oxígeno disuelto es adecuado y la luz no penetra hasta el fondo del estanque para estimular el crecimiento de macrofitas (Vargas, 2001).

### 7.2.3 Presencia de amonio en los cultivos

- Amonio

Los organismos acuáticos excretan en forma de amoniaco y urea, los cuales combinados con el producido por los restos de alimento, restos de plantas muertas. Todos estos restos producen Amoniacos ( $\text{NH}_3$ ) en condiciones aeróbicas (con oxígeno) y en condiciones sin oxígeno (anaeróbicas) aparece aparte de amoniaco, ácido sulfhídrico, fenol, metano etc. todos muy tóxicos para los camarones. Las zonas sin oxígeno se localizan principalmente en la grava, por lo que es necesario vigilar este punto.

En cuanto al amoniaco ( $\text{NH}_3$ ) hay que saber que existe una forma disociada que es el amonio ( $\text{NH}_4$ ) que es unas 100 veces menos tóxica que la forma gaseosa no disociada  $\text{NH}_3$ . El que tengamos amoniaco o amonio se debe al pH y a la temperatura del agua, como más alto sea el pH y la temperatura más Amoniaco tendremos y al contrario más amonio; con un pH cercano a 8.2 y una temperatura

de 25° tendremos un medio bastante seguro para el medio en caso de una subida de amoniacos, que al tener estos valores estaría en forma de Amonio.

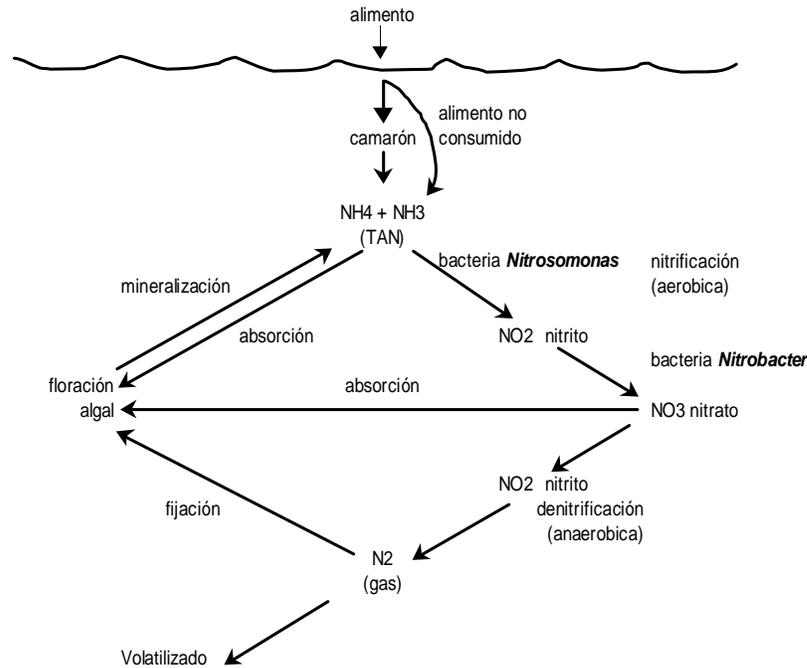
Lo que hace el amoniaco al camarón es que le provoca una hinchazón en las branquias, cuyas laminas se pegan provocándole la asfixia. Gracias a la presencia de bacterias nitrificantes empezara el proceso de transformación del Amoniaco o Amonio, de esto se encargan las bacterias nitrosomas que consumen amoniaco y oxigeno y lo convierten en nitrito (NO<sub>2</sub>), Agua e Hidrogeno. Los Nitritos aunque no tan letales como el amoniaco son igualmente peligrosos ya que se mezclan con la hemolinfa y esta no puede llevar oxigeno provocando la asfixia de los camarones.

Los camarones y otros organismos totalmente acuáticos, excretan productos altamente nitrogenados. El amonio (y su forma como amoniaco) es el producto principal de los residuos o desechos excretados. Estos productos son desechados también a través de las branquias en los animales totalmente acuáticos, mientras que los productos sólidos se excretan a través del intestino, posteriormente a su procesamiento interno. Así, si se emplean raciones artificiales para la alimentación, que contengan una excesiva cantidad de proteína en su formulación, se aumentará la concentración de amoníaco en el agua de cultivo, igual que si se sobrealimenta. Este compuesto es toxico para todos los organismos acuáticos por encima de un cierto límite, y por lo tanto, es necesario evitar su excesiva acumulación en el recinto de cultivo. Por ello y a partir de una determinada densidad de organismos en los sistemas empleados, se hace necesario proceder a una renovación periódica del agua (Lightner, 1996).

- Amoniaco en piscinas

Con el aumento de la alimentación, se incrementa la acumulación de amoniaco total (NH<sub>4</sub>). El amoniaco no-ionizado (NH<sub>3</sub>) es la forma de amoniaco liberado hacia el medio ambiente (figura 4). Al aumentar el pH (desde 7.5 a 8.5) y la temperatura (desde 25-35 °C) se incrementa la forma de amoniaco no-ionizado, el cual es mas tóxico para los camarones.

Cuando el amoníaco es liberado hacia el ambiente acuático y se acumula en concentraciones grandes, puede crear problemas de estrés en los camarones. Generalmente, los resultados son crecimientos y eficiencia de alimentación pobres.



**Figura No. 15.** Ciclo del nitrógeno en una piscina

En estanques con alcalinidad alta, pueden ocurrir graves problemas de toxicidad de amoníaco por lo que es recomendable que el pH no exceda de 8.5 en el agua. Como la concentración de  $\text{NH}_3$  depende del pH, su concentración fluctúa con la del ciclo diario del pH y  $\text{CO}_2$ . Los valores de  $\text{NH}_3$  son mas altos en la tarde cuando los niveles de  $\text{CO}_2$  son bajos y se halla en su valor mínimo antes del amanecer cuando los niveles de  $\text{CO}_2$  son altos. Por otro lado, el pico mas alto de  $\text{NH}_3$  ocurre cuando el tenor de oxígeno disuelto (OD) es elevado, de tal manera que la toxicidad del amoníaco se hace mas severa cuando ocurre reducción de oxígeno.

Dentro del estanque existen mecanismos o procesos para la asimilación del amoníaco, los cuales involucran la presencia de una serie de microorganismos

que constituyen el bentos (cianobacterias y algas fotosintéticamente activas) así como el atrapamiento/absorción del amoníaco por el sedimento del estanque. El sedimento sirve tanto como fuente desde donde se puede liberar y difundir amonio hacia el agua del estanque así como trampa para los desechos nitrogenados procedentes del agua del estanque. Los niveles tóxicos de amoníaco se alcanzan cuando los dos mecanismos fallan tal como cuando colapsan las floraciones de bentos (cianobacterias) o cuando se satura el sedimento (Jory, 1998).

- Fuentes de amoníaco en los cultivos

El gas nitrógeno, amoníaco, nitrato y nitrito son las formas inorgánicas de nitrógeno en el agua. El nitrógeno representa el 78% del total de los gases en el aire. El gas nitrógeno es el componente nitrogenado más abundante en el agua. La fijación del nitrógeno por ciertas bacterias y las algas azul-verdosas tales como *Azobacter* y *Anabaena*, son de preocupación importante en el estanque de cultivo.

En un sistema de cultivo intensivo, el amoníaco es producido por las bacterias heterotróficas en el proceso oxidativo de amonificación a través de la materia orgánica como el alimento no consumido, heces y organismos muertos. El amoníaco también es producido a través de la transaminación y deaminación de los aminoácidos convertidos a partir de los ingestados y asimilados y excretados continuamente por los animales cultivados. El amoníaco es oxidado completamente a nitrato por las bacterias nitrobacter. El nitrato es asimilado por las algas asociadas tales como el fitoplancton y macrofitas (Boyd, 2002).

## 7.3 Objetivos

### 7.3.1 Objetivo General

Contribuir al conocimiento de la dinámica del amonio en las piscinas de producción intensiva de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* en la Finca San José S.A.

### 7.3.2 Objetivos Específicos

- Establecer el comportamiento del amonio en las piscinas de producción intensiva.
- Determinar el efecto del manejo de agua y alimento sobre las concentraciones de amonio en el agua.
- Evaluar el efecto del amonio sobre el consumo de alimento y el crecimiento del camarón.

## 7.4 Metodología

- Ubicación geográfica

La presente investigación se realizó en la finca camaronera SAN JOSÉ S.A., se encuentra ubicada en el km 220 2da. Calle final Parcelamiento El Rosario en el municipio de Champerico, del departamento de Retalhuleu, colinda al norte con la finca San Patricio al sur con el Océano Pacífico al este con Champerico y al oeste con la finca San José Acapulón. La finca está a una distancia de 41 kilómetros de la cabecera departamental, de los cuales 12 kilómetros son de terracería transitable durante todo el año con vehículos todo terreno.

La finca se encuentra ubicada a 5 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.), pertenece a la zona climática Tropical Seca. La temperatura promedio anual es de 27 grados centígrados. La precipitación pluvial promedio es de 700 mm. Entre los meses de junio y septiembre se da la mayor cantidad de lluvia. La estación seca es de octubre a mayo y es muy pronunciada, afrontando fuertes vientos provenientes del mar.

- Procedimiento

El sector donde se realizó la investigación fue en Acapolón intensivo, está conformado por 19 piscinas, que miden desde 0.5 – 9.8 Ha las cuales hacen un total de 96.6 Ha. Este sistema es abastecido con agua proveniente de dos esteros que son Acapolón y Jovel, estas dos fuentes son abastecidas de varios ríos y a través de aperturas periódicas, el cual lo realiza la finca con maquinaria pesada (tractores D-6), según las mareas y conveniencia (verano o invierno).

- Muestras

Las muestras de agua fueron tomadas de todas las piscinas sector Acapolón intensivo (inicio de investigación) y de los esteros (Acapolón y Jovel), de las 14:00 horas en adelante, ya que a esta hora el pH es mayor.

Durante los muestreos se recolectaron datos con una boleta (Anexo No. 1) de cada piscinas muestreada, ya que cada una varía según la carga que tenga ( $\text{g}/\text{m}^2$ ), el resultado puede variar por problemas de calidad de agua. Este tipo de problemas tienen más incidencia en piscinas con suelos arcillosos (característica de la finca San José S.A.), ya que la filtración es mínima y cuando se trabaja con densidades altas tanto en pre-criaderos como en piscinas de engorde, estas no tiene la suficiente renovación de agua fresca por lo tanto comienzan a surgir problemas de mala calidad de agua y por consiguiente se incrementa la cantidad de amonio tóxico ( $\text{NH}_3$ ).

- Procedimiento de la lectura
  - ✓ Se tomó una muestra de 100 ml.
  - ✓ Se midió el pH
  - ✓ El colorímetro HACH DR/870, se utilizó el programa para realizar las lecturas de amonio tóxico NH<sub>3</sub> , se toman 2 tubos de ensayo (Am Ver Diluent) y con una micro-pipeta se aplica a uno de los tubos 0.1 ml de agua desionizada (testigo) y al otro 0.1 ml de la muestra de la piscina, a cada uno se le agrega 1 ammonia salicylate reagent y 1 ammonia cyanurate reagent (reactivos), se tapan y se mezclan hasta disolver el reactivo se esperan 20 minutos de reacción se limpia el testigo y se introduce en el colorímetro, luego se coloca la muestra en el aparato y se procede a leer el resultado, el cual aparece en mg/l de NH<sub>3</sub>-N.
  - ✓ El resultado según el pH de la muestra se compara con la tabla para determinar la concentración de amonio tóxico (Cuadro No. 3).

**Cuadro No. 3.** Porcentaje de amonio tóxico a diferentes valores de pH

Ph	% NH3
7	0.7
7.1	1
7.2	1.31
7.3	1.61
7.4	1.92
7.5	2.22
7.6	3.09
7.7	3.95
7.8	4.82
7.9	5.68

Ph	% NH3
8	6.55
8.1	8.92
8.2	11.29
8.3	13.66
8.4	16.03
8.5	18.4
8.6	22.97
8.7	27.53
8.8	32.1
8.9	36.66

pH	% NH3
9	41.23
9.1	46.63
9.2	52.02
9.3	57.42
9.4	62.81
9.5	68.21
9.6	72.07
9.7	75.93
9.8	79.8
9.9	83.66

(Nicovita boletín, 2002)

- Población y muestra

El universo de trabajo es el sector Acapolón con un total de 19 piscinas (96.9 ha.) de las cuales se muestrearon 3 piscinas con un total de 10.2 ha.

La muestra de agua se recolectó en el desfogue de la piscina con frasco de 500ml el cual fue transportado al laboratorio para su análisis. Las muestras fueron tomadas y analizadas semanalmente.

- Variables

- ✓ Se implementó un plan de monitoreo semanal, para evaluar factores relacionados con el amonio tales como temperatura, pH y color del agua.
- ✓ Se cambió el sistema de los recambios de agua, aumentando el porcentaje de los mismos, para así lograr un 100% de recambio en las piscinas. Junto a esto, se fue reduciendo la tasa de alimentación, ya que esta es una fuente directa de nitrógeno.
- ✓ A medida que los niveles de amonio empiezan a elevarse, la simbiosis de las piscinas sufre cambios. Ante esto el consumo de alimento se vuelve irregular ya afecta el crecimiento del camarón.

- Materiales y equipo

- ✓ Bicicleta
- ✓ Maletín
- ✓ Botellas plásticas de medio litro
- ✓ Oxímetro
- ✓ Dispositivo para extraer agua de las piscinas

- ✓ Colorímetro HACH DR/870
  - ✓ Tubos de ensayo
  - ✓ Micropipetas
  - ✓ Reactivos
- 
- Recurso humano
    - ✓ Sub-gerente: Encargado de la revisión de los datos
    - ✓ Jefe de laboratorio: Apoyo para el análisis de las muestras
    - ✓ Auxiliar de laboratorio: ayuda en la toma de muestras de agua en las piscinas
    - ✓ Biólogos del sector: apoyo para la implementación de las estrategias

## 7.5 PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

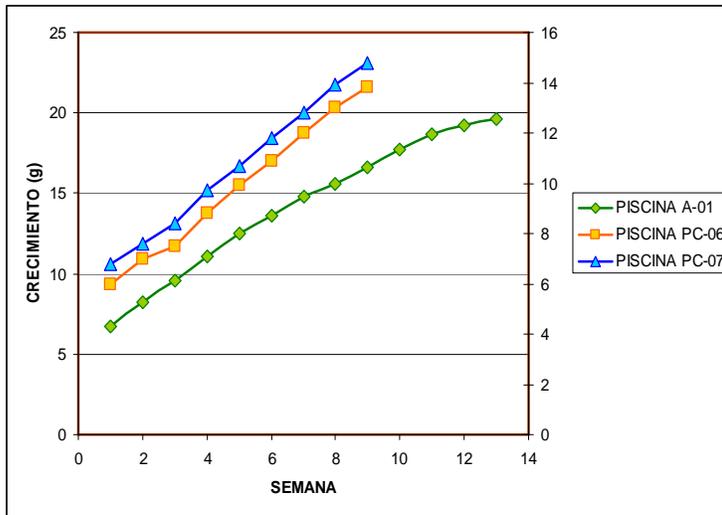
El monitoreo de las piscinas se inició cuando los camarones tenían un peso promedio de 4 gramos. Luego de dos semanas de chequeo de las piscinas, sólo se siguieron monitoreando y realizando pruebas a tres piscinas, las cuales fueron las que presentaron amonio en el monitoreo de estas dos semanas. Una de estas (piscina A-01), tuvo una sobrevivencia de 17% en el ciclo 2,005, por lo que fue necesario prestarle mayor atención.

A continuación se presentan algunos de los factores relacionados con las piscinas monitoreadas durante la investigación (Cuadro No 4.).

**Cuadro No. 4.** Descripción de las piscinas  
monitoreadas durante la investigación

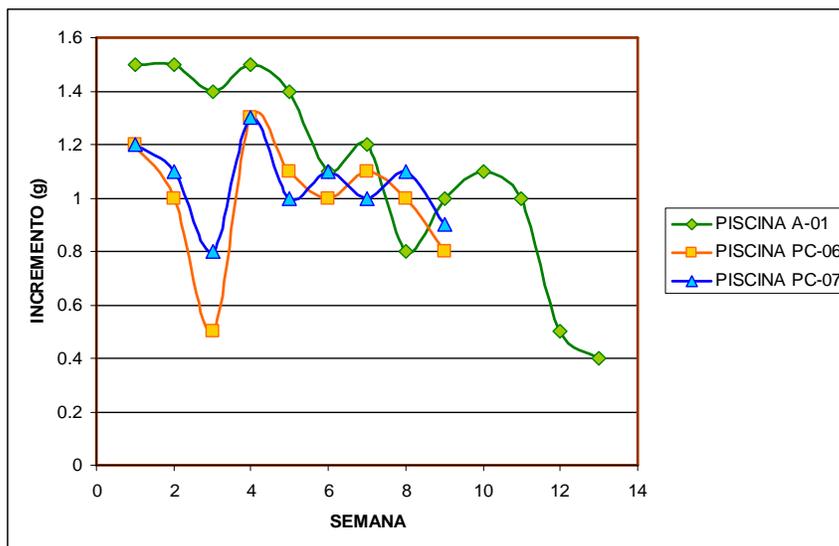
<b>FACTOR / No. PISCINA</b>	<b>A – 01</b>	<b>PC – 06</b>	<b>PC – 07</b>
Densidad de siembra camarones ( m <sup>2</sup> )	50.47	100.00	100.00
Área (Ha)	8.00	1.1	1.1
Alimento ( lb/ha)	302.39	472.12	476.89
Aireación (HP/Ha)	13	16	16

Se puede observar que el comportamiento del crecimiento del camarón fue normal (Figura No. 16), la tendencia de la gráfica es ascendente, el crecimiento fue bastante homogéneo.



**Figura No. 16.** Crecimiento semanal piscinas A-01, PC-06 y 07

El incremento o ganancia de peso (Figura No. 17) se obtiene de los muestreos semanales de crecimiento. En la fase de engorde se proyectan incrementos arriba de 1.5 gramos.

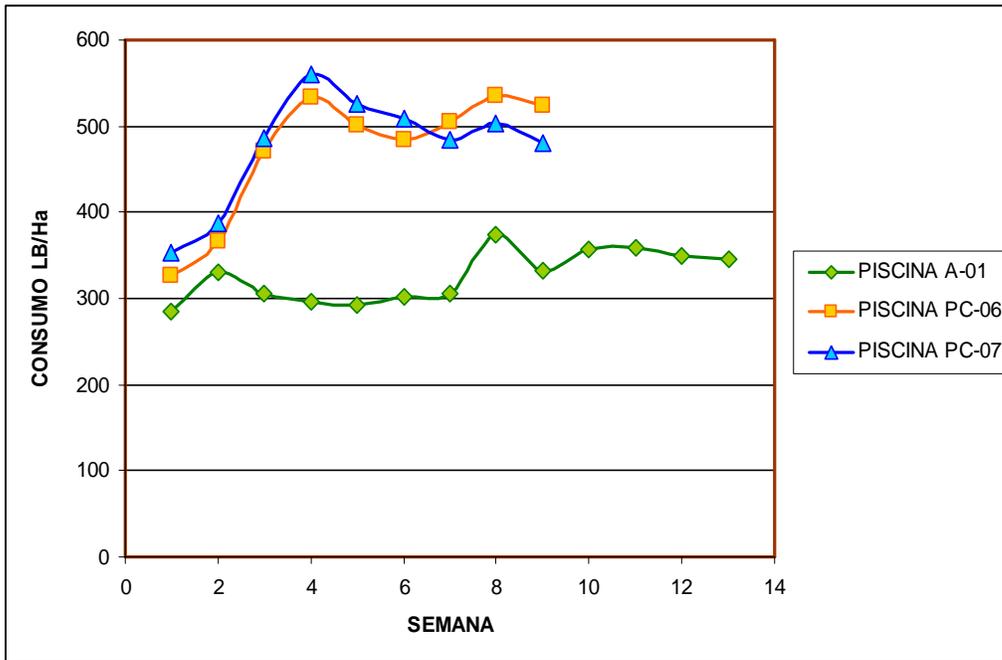


**Figura No. 17.** Incremento semanal piscinas A-01, PC-06 y PC-07

El comportamiento del incremento fue irregular a partir de la cuarta semana (Figura No. 17), el incremento es inversamente proporcional al inicio. A medida que van transcurriendo las semanas del cultivo de igual manera se incrementa el consumo de alimento, lo cual no se ve reflejado en los incrementos, los cuales son bajos, puede deberse a sub-alimentación o problemas de amonio como se muestra más adelante.

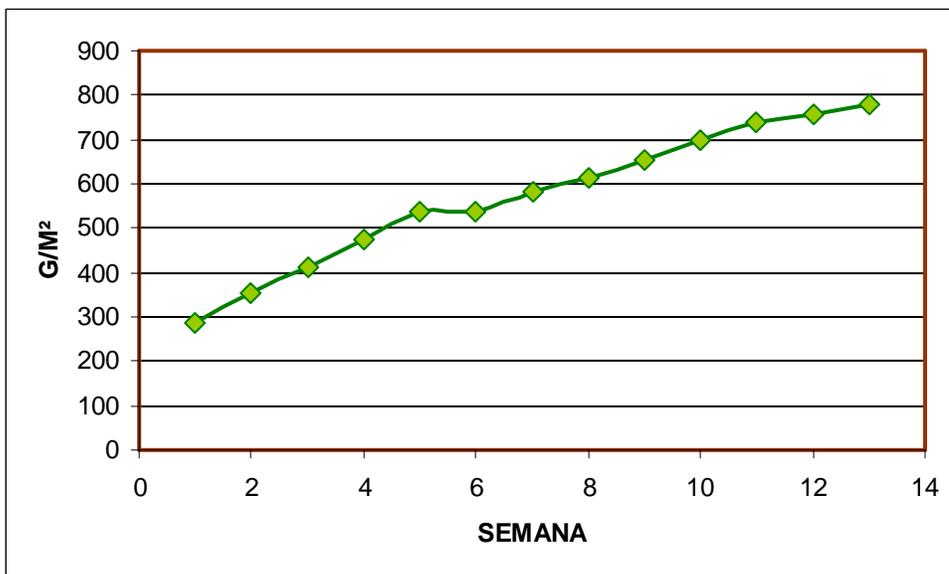
Una de las principales fuentes de nitrógeno al medio (piscina) es el alimento, el cual a determinadas tasas de alimentación así como la falta de consumo del mismo empiezan a dar problemas en los fondos de las piscinas, ya que el suelo de estas se vuelve mucho más cargado con esto.

En las fases de engorde de los camarones, el consumo de alimento (Figura No. 18) se incrementa significativamente de los 4 – 12 gramos (usualmente hasta 15), período en el cual aumenta de igual manera la biomasa en las piscinas (Figuras No. 19, 20 y 21), esta biomasa está expresada como la cantidad de gramos/m<sup>2</sup>, que es la carga que hay en las piscinas. A medida que van transcurriendo las semanas del ciclo de cultivo, en el manejo de las piscinas no se debe descuidar ningún detalle, sobre todo como en estos casos donde la presencia de amonio ionizado NH<sub>4</sub> puede convertirse en su forma tóxica (NH<sub>3</sub>), debido a las fluctuaciones de los parámetros físico-químicos y por ende las condiciones de la calidad de agua.

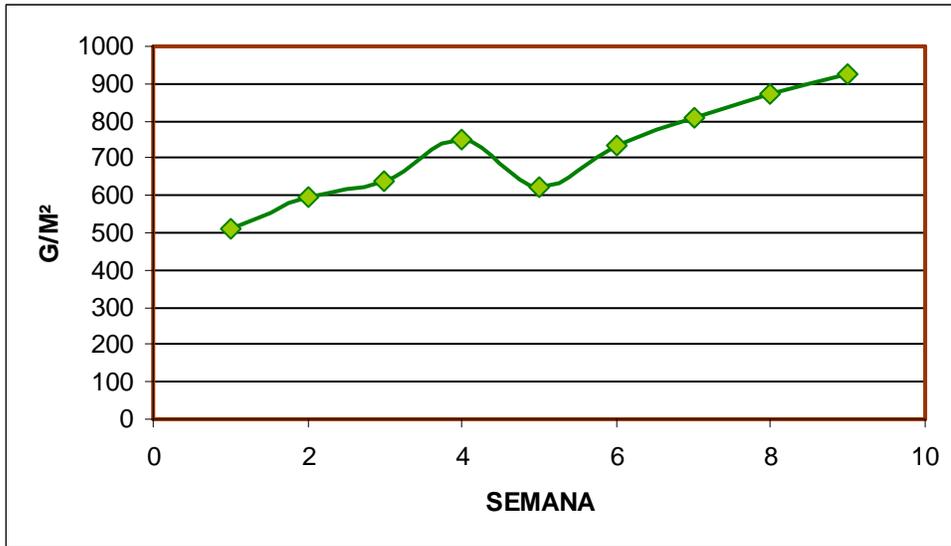


**Figura No. 18.** Consumo alimento piscinas A-01, PC-06 y PC-07

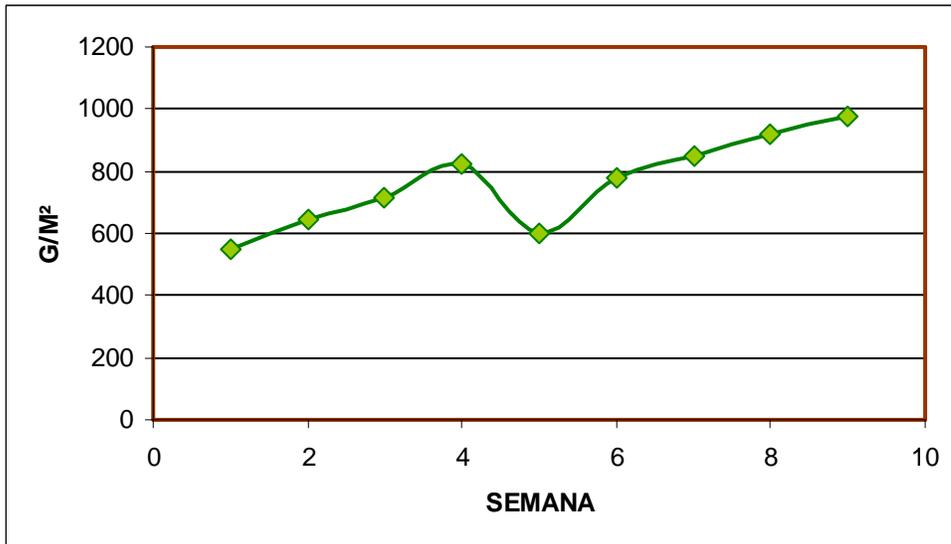
La tendencia del consumo de alimento es en forma irregular. En algunas semanas, se mantiene el comportamiento de la gráfica, hubo un mismo patrón de consumo en PC-06 y 07.



**Figura No. 19.** Carga g/m² piscina A – 01



**Figura No. 20.** Carga g/m<sup>2</sup> piscina PC – 06



**Figura No. 21.** Carga g/m<sup>2</sup> piscina PC – 07

El comportamiento de las gráficas muestra el aumento de la biomasa por piscina, la cual es normal. En la semana 5 en PC – 06 y 07 se nota una leve baja en la gráfica, esta se debe a una re-estimación de la población que se dio en esa semana.

Los monitoreos de amonio se llevaron a cabo semanalmente (Figuras No. 22, 23 y 24), los factores más importantes a tomar en cuenta fueron las fluctuaciones de pH y temperatura. Estos dos, están íntimamente ligados con la presencia de amonio en las piscinas, es por eso que la toma de muestras de agua y pH se llevaba a cabo en horas de la tarde (16:00 hr) ya que las lecturas de esta hora indicaban los valores más altos de pH durante el día, esto por el calentamiento del agua de la piscina, cuando la temperatura aumenta el pH también se incrementa.

A las siguientes semanas del monitoreo ya había amonio tóxico en las piscinas (Figuras No. 25, 26 y 27), sin embargo este se mantenía en los rangos tolerables por el camarón gracias a que las fluctuaciones de pH eran mínimas y se mantenía una temperatura constante en las piscinas. Luego de esto, se dieron variaciones de pH y los niveles de amonio se incrementaron, dando lugar a la presencia de amonio tóxico en niveles por arriba del rango de tolerancia de los camarones.

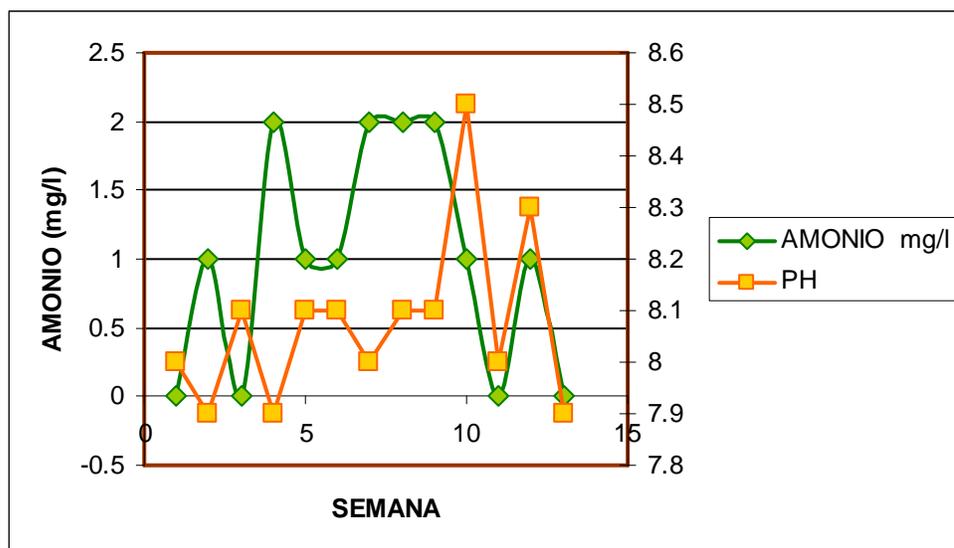
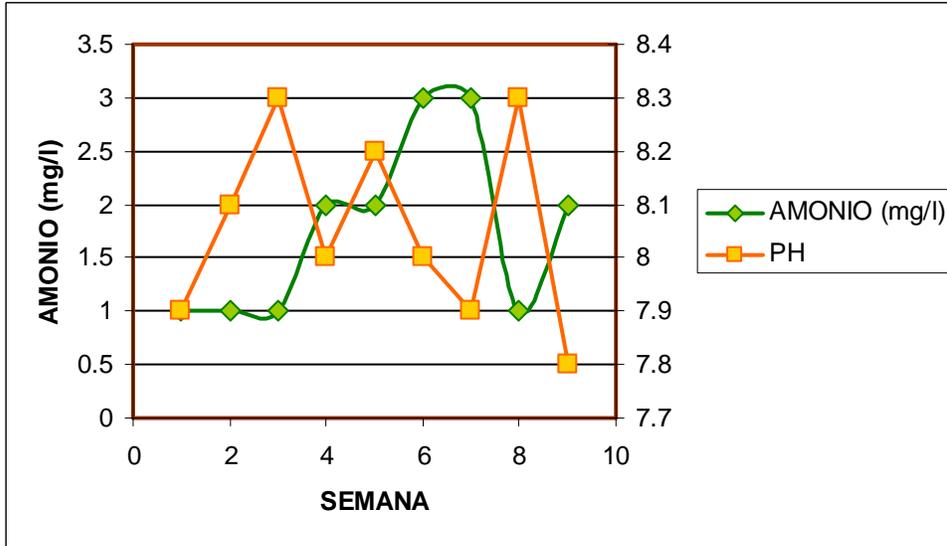
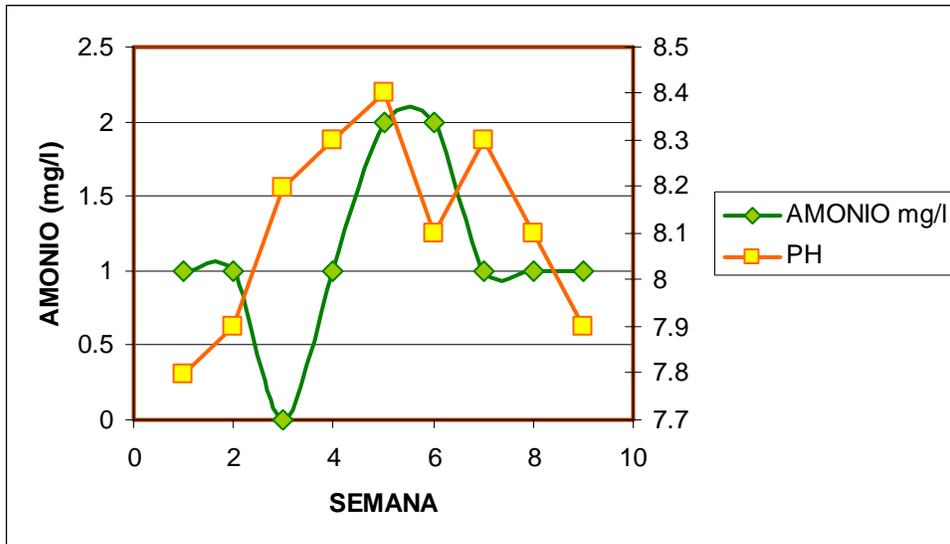


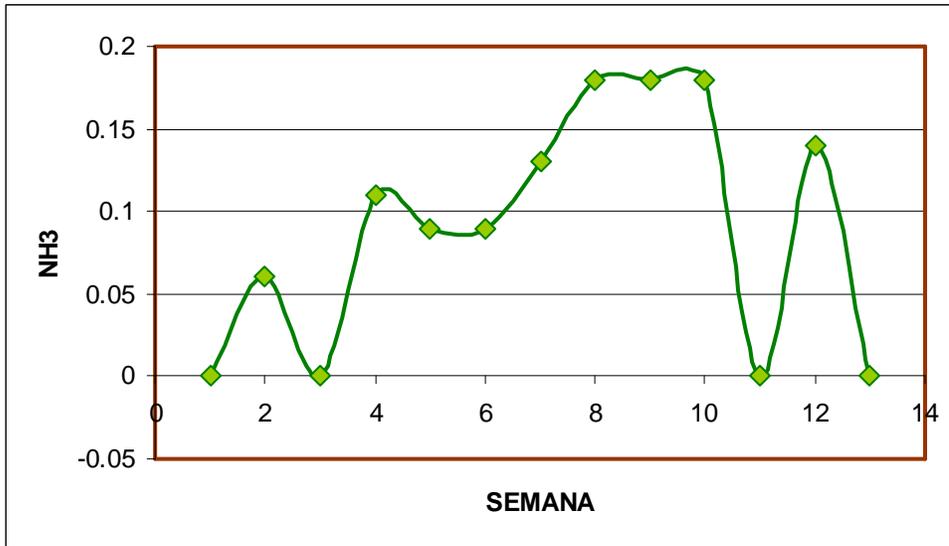
Figura No. 22. Amonio y pH en piscina A – 01



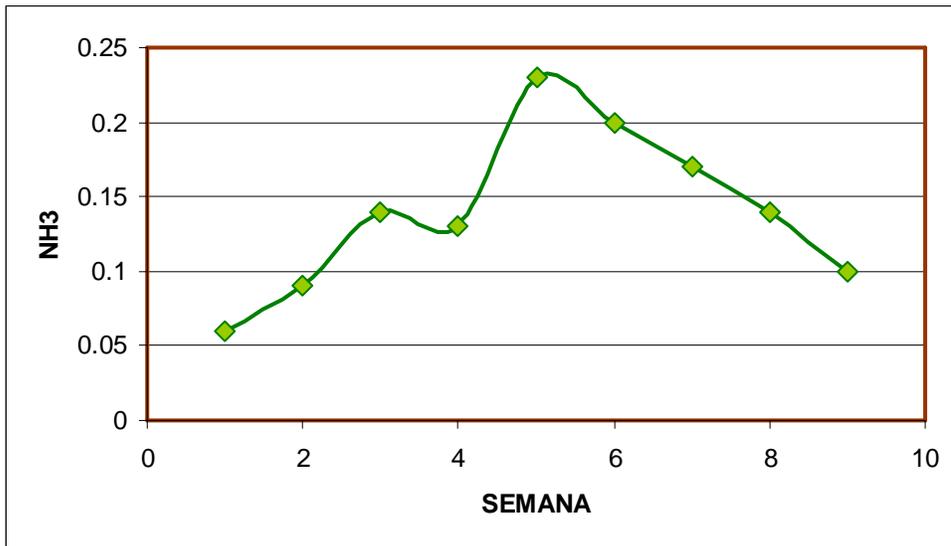
**Figura No. 23.** Amonio y pH en piscina PC – 06



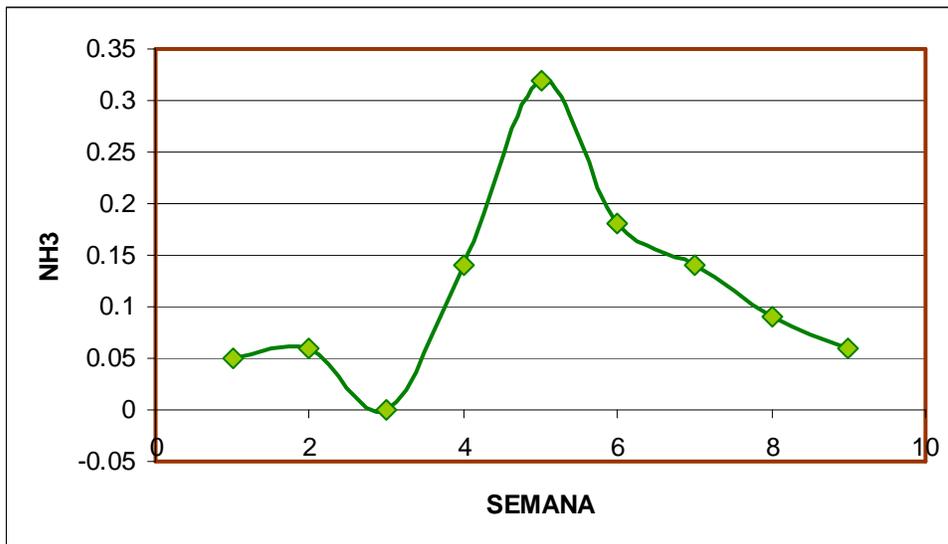
**Figura No. 24.** Amonio y pH en piscina PC-07



**Figura No. 25.** Amonio no ionizado en piscina A – 01



**Figura No. 26.** Amonio no ionizado en piscina PC-06



**Figura No. 27.** Amonio no ionizado en piscina PC-07

El amonio es producido principalmente por la excreción directa de los camarones así como la descomposición del material orgánico que contiene nitrógeno bajo condiciones aeróbicas (en la presencia de oxígeno) y anaeróbicas (en la ausencia de oxígeno), los cuales son descompuestos principalmente por bacterias.

En la piscina A-01 se observa que el incremento de NH-3 se empieza a dar a partir de la séptima semana alcanzando niveles tóxicos entre la octava y décima semana. A diferencia de PC – 06 y 07 que se da en la quinta semana, sucede antes por haber una mayor densidad, mas consumo de alimento, rápido incremento en carga/m<sup>2</sup>, por ende hay una mayor excreción, mas restos de materia orgánica.

Debido a las fluctuaciones de pH junto al aumento de la carga y consumo de alimento y a la presencia de amonio (Figuras No. 28, 29 y 30), es evidente que los picos de alimento y capacidad de carga tienen una relación directa con los valores más altos de amonio los cuales rebasan los rangos. Junto al aumento del alimento y la carga, están los residuos de alimento, acumulación de heces, orina, restos de exosqueleto, materia orgánica, algas muertas. Todos estos elementos se van acumulando en el fondo de la piscina volviendo un medio propicio para la

liberación de amonio tóxico, el cual puede llegar a valores tan altos que ocasionan la muerte a grandes cantidades de camarones.

Ya que las lecturas de pH y amonio fueron variando en cada semana, se implementaron fuertes recambios (Figuras No. 31, 32 y 33) a manera de poder recambiar el 100% del agua de las piscinas, esto se llevaba a cabo en un máximo de 4 días. A diferencia del ciclo pasado que los recambios mayores eran de 14 y 21% para piscinas grandes y pequeñas respectivamente, con este porcentaje de flujo de agua, no se lograba hacer un mayor cambio en el fondo de las piscinas. Los recambios se hicieron manejando los porcentajes mencionados anteriormente, se trabajaban en tres diferentes métodos que son los siguientes:

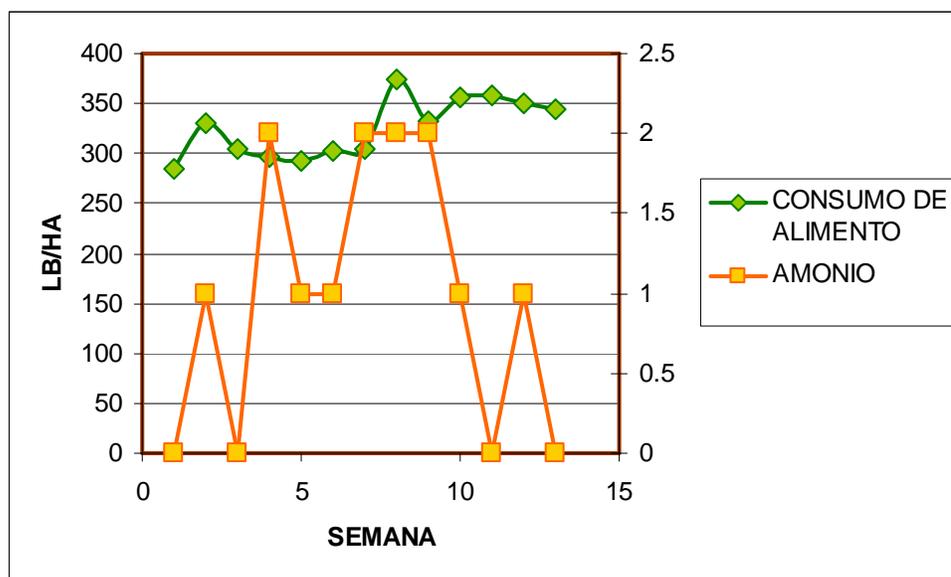
- Por medio de sifón
- Arriba y abajo
- Entrando y saliendo

El recambio a través de sifón es el utilizado comúnmente, uno de los objetivos de este es el extraer la mayor cantidad de sedimento del fondo de la piscina. Para realizar un recambio a la piscina A – 01 (8Ha), este debía de iniciarse a las 4 de la mañana para poder empezar a recuperar el volumen de agua alrededor de las 13:00 hrs. Para las piscinas PC 6 y 7 (1.1Ha), el tiempo de evacuación y llenado era mucho menor, el problema en ambos casos era el aumento de la temperatura, mas en este último caso, por lo que esto influía en el pH.

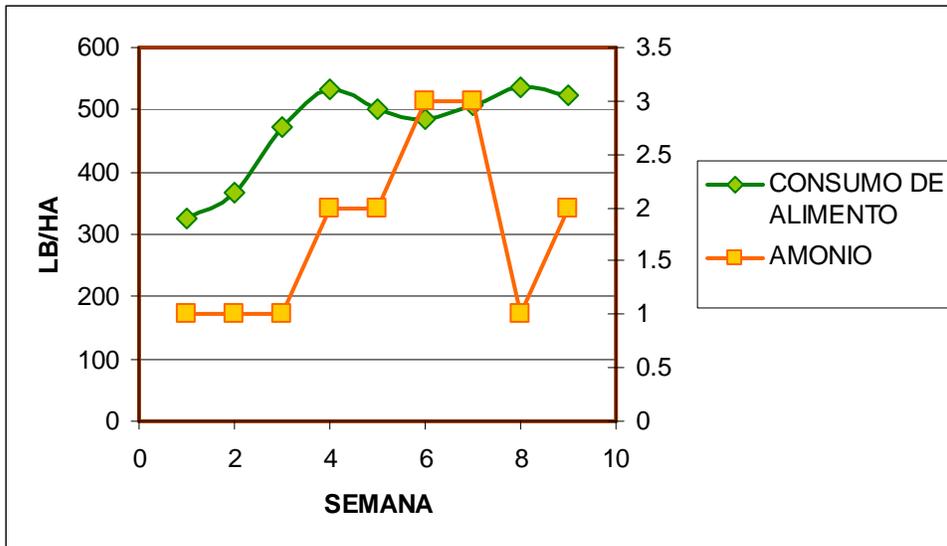
El recambio de arriba y abajo, a diferencia del anterior con este se puede extraer tanto el material acumulado en el fondo como el que está en la superficie (espuma luego de muerte de algas, materiales en suspensión, partículas). Con este método también se logra ahorrar tiempo tanto en el vaciado como en el llenado de las piscinas.

Como su nombre lo dice entrando y saliendo agua, esto se realiza por horas o según las necesidades y problemas que se tengan. Regularmente se inicia a las 5 de la mañana hacia las 9 – 10 de la mañana. Esto evita el calentamiento del agua y es menos estresante para los camarones.

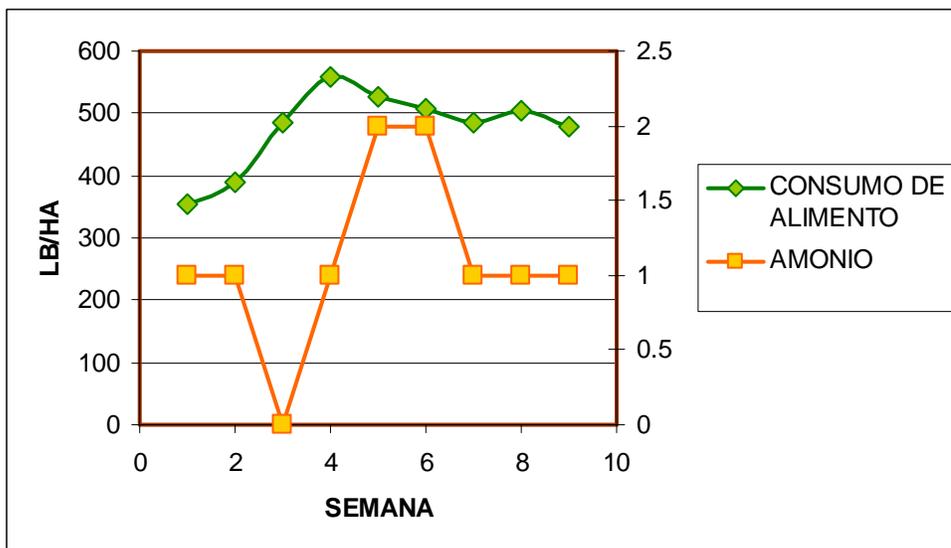
Junto con los recambios se aplicaba melaza (20 gal/Ha), para estabilizar el pH y estimular la presencia de bacterias y diatomeas en el medio. El ciclo anterior utilizaban de 7 – 10 galones, pero no daba los resultados esperados, se tomó la determinación de aumentar la dosis y ver los resultados a las siguientes semanas.



**Figura No. 28.** Alimento vrs amonio en piscina A – 01



**Figura No. 29.** Alimento vrs amonio en piscina PC -06

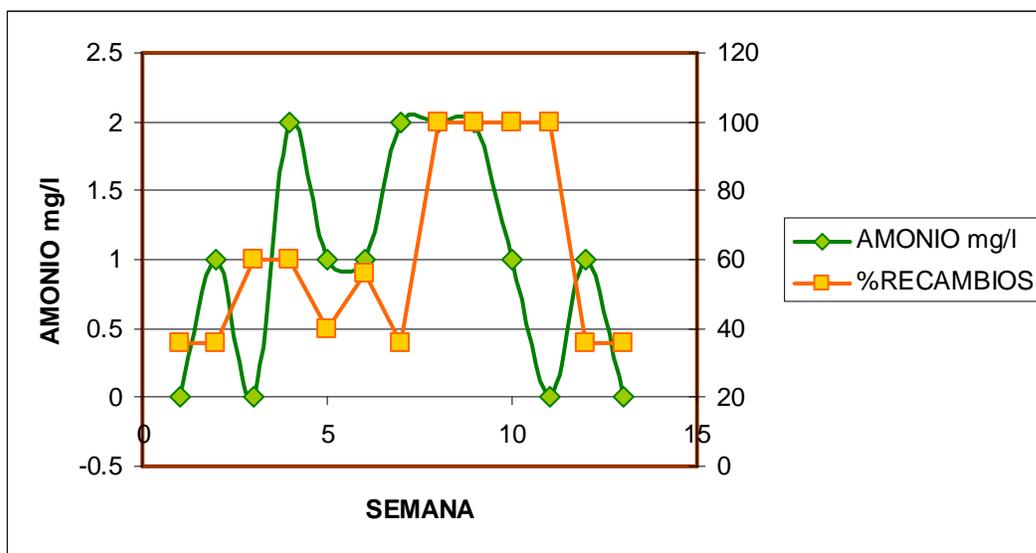


**Figura No. 30.** Alimento vrs amonio en piscina PC -07

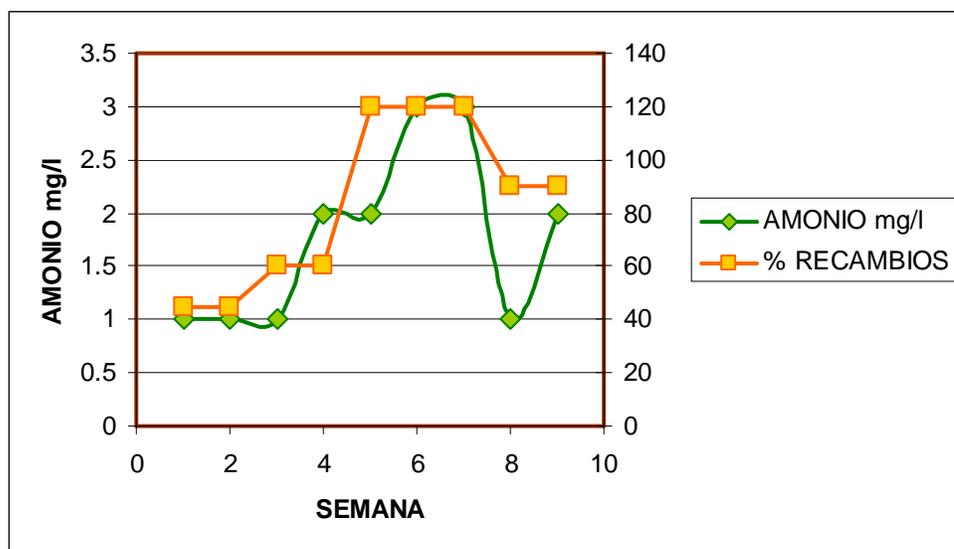
Es evidente que a mayor consumo de alimento, aumenta los niveles de amonio, este es una fuente directa de nitrógeno a la piscina. Con el aumento de la alimentación, aumenta la acumulación de amoniaco total ( $NH_4$ ). El amoniaco no-ionizado ( $NH_3$ ) es la forma de amoniaco liberado hacia el medio ambiente. Al

aumentar el pH (desde 7.5 a 8.5) y la temperatura (desde 25-35 °C) se incrementa la forma de amoníaco no-ionizado, el cual es más tóxico para los camarones.

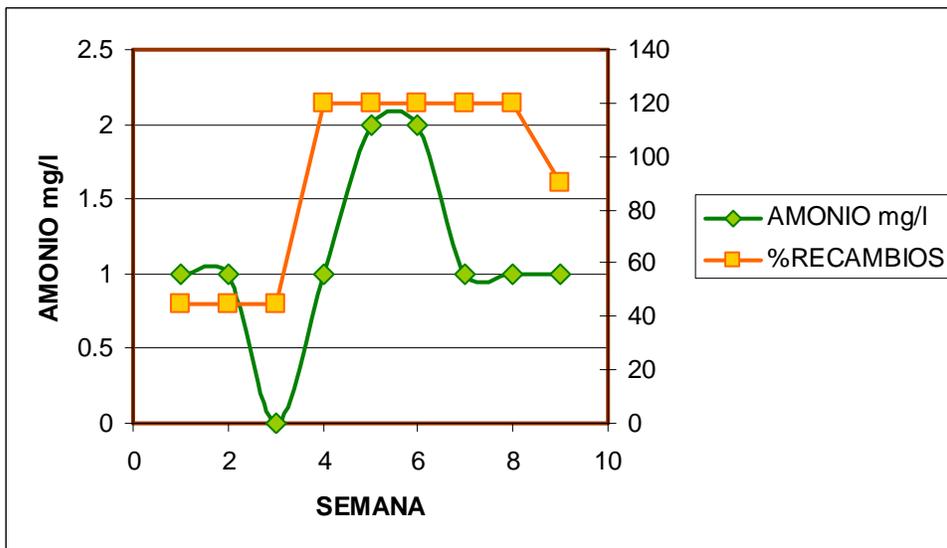
El incremento de peso en algunas semanas de cultivo se vio afectado por la presencia de amonio como muestran las Figuras No. 34, No. 35 y No. 36.



**Figura No. 31.** Amonio vrs recambios en piscina A – 01

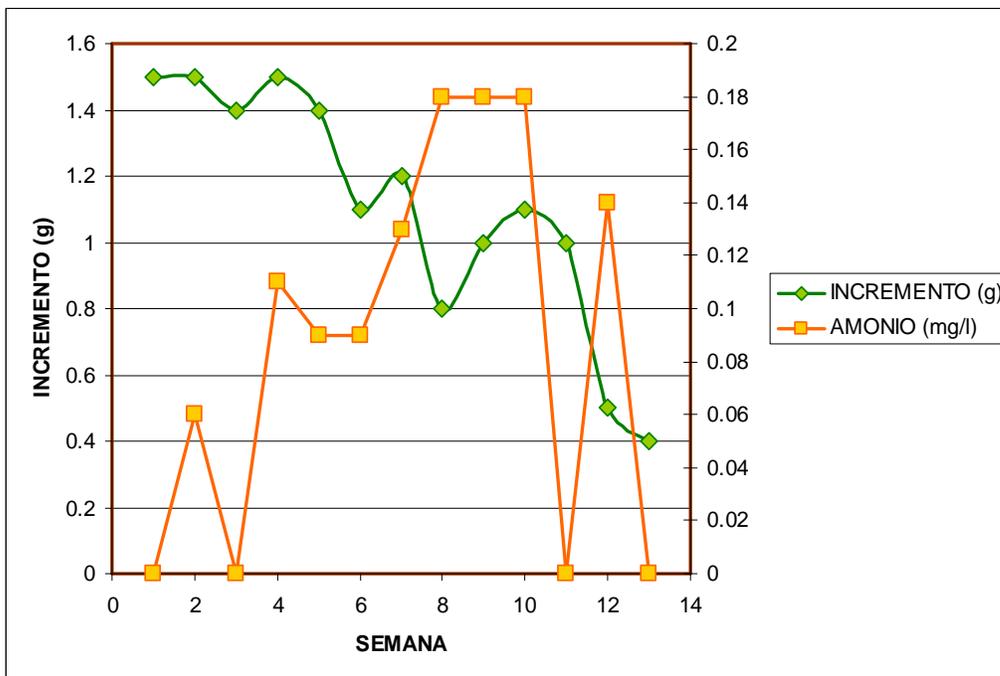


**Figura No. 32.** Amonio vrs recambios en piscina PC – 06



**Figura No. 33.** Amonio vrs recambios en piscina PC - 07

Los porcentajes de recambios se aumentaron para así poder contrarrestar el aumento del amonio. Luego de aplicar el 100% se puede observar la disminución de NH-3, no a cero, pero si a niveles tolerables para los camarones.



**Figura No. 34.** Incremento vrs amonio en piscina A-01

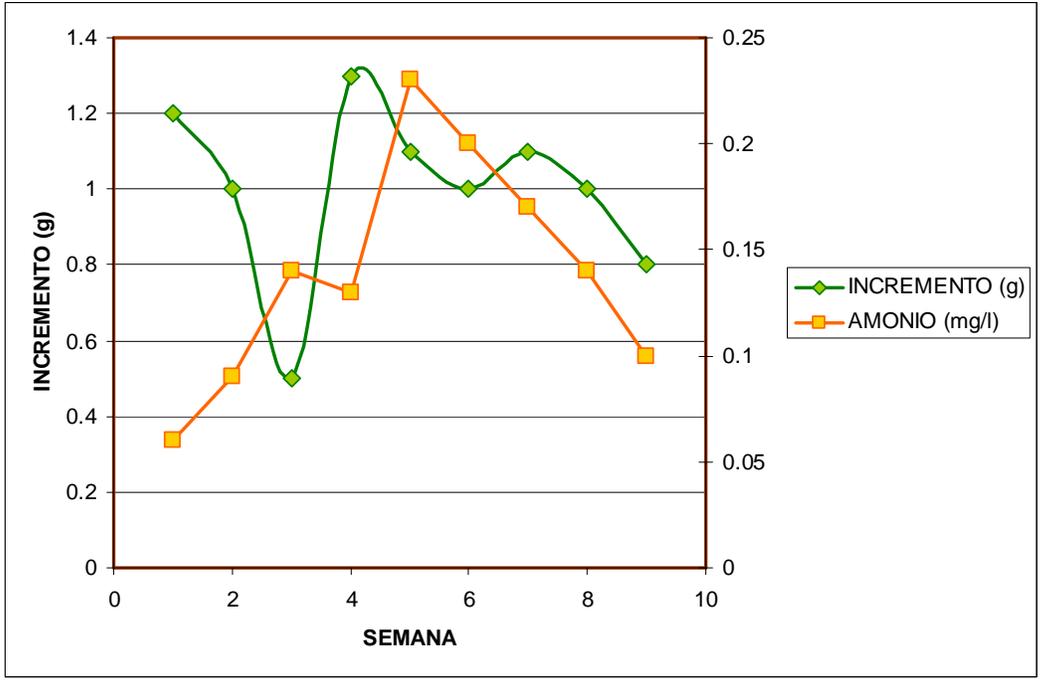


Figura No. 35. Incremento vrs amonio en piscina PC-06

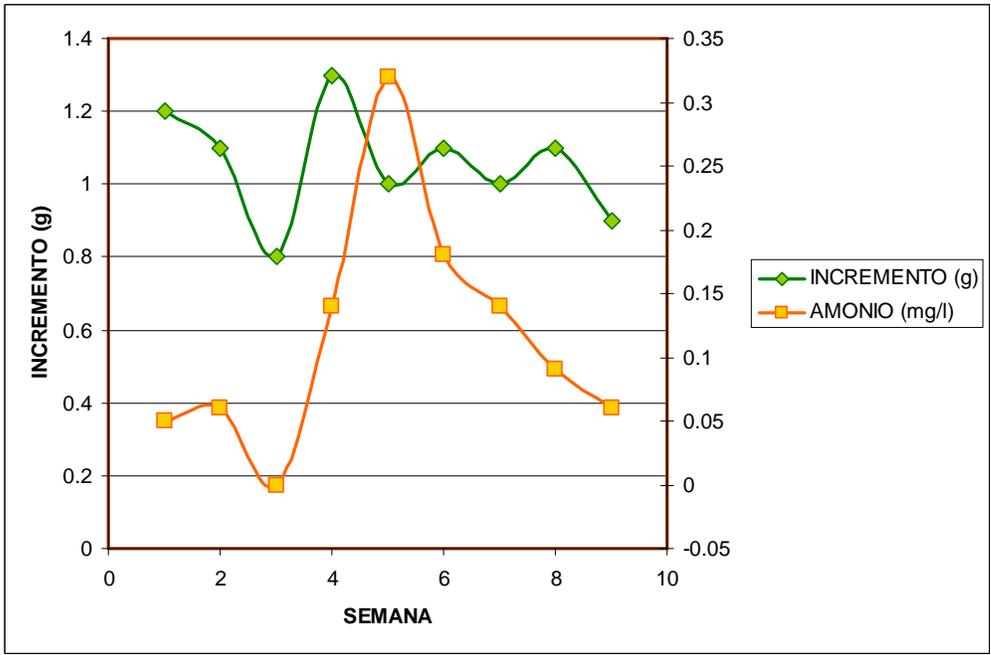
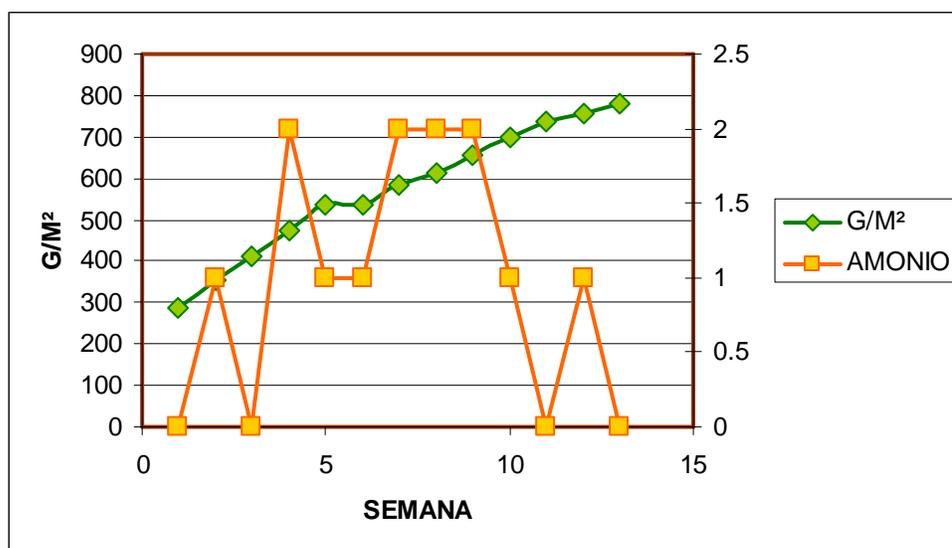


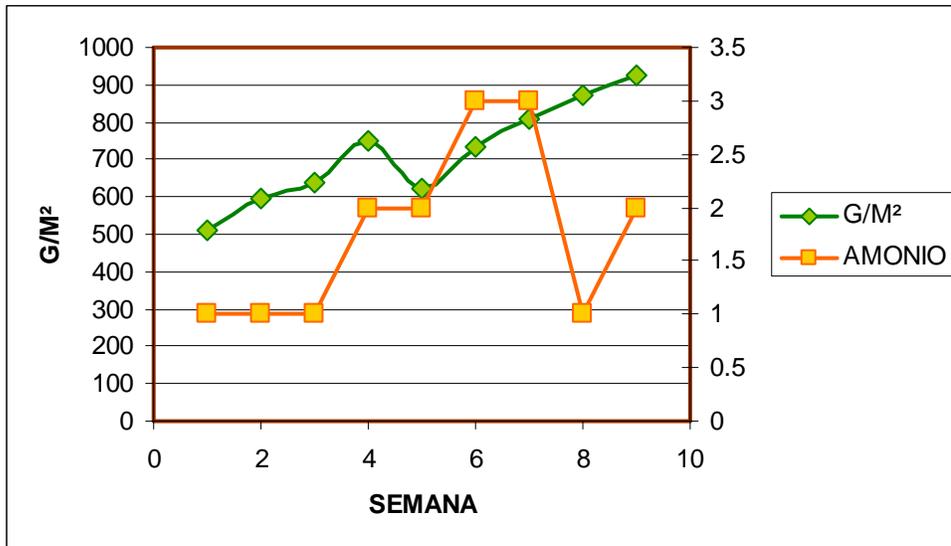
Figura No. 36. Incremento vrs amonio en piscina PC-07

El incremento mostró una tendencia decreciente a partir de la octava semana como se pudo observar en la figura No. 35, a partir de esta fecha fue cuando se iniciaron a dar los incrementos mas bajos, sobre todo entre las semanas que registraron lecturas con niveles altos de amonio. En el período final el incremento muestra una leve recuperación pero vuelve la tendencia hacia abajo, ya que los camarones utilizan la energía obtenida del alimento para poder recuperarse del estrés que es el resultado de la exposición a la que estuvieron durante esas semanas.

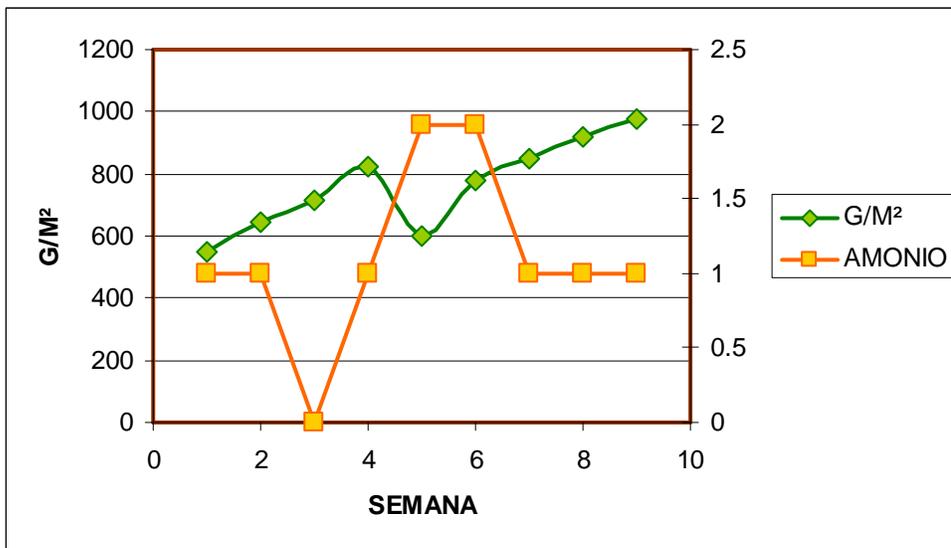
En las piscinas PC-06 y 07 en la quinta semana el amonio alcanza el nivel más alto, originando una tendencia decreciente en el incremento (Figuras 36 y 37). A partir de la cuarta semana estas piscinas tienen una carga promedio de 786 g/m<sup>2</sup> (cada semana aumenta la carga) lo que conlleva a mayor consumo de alimento, aumenta la excreción, acumulación de sedimento en el fondo, estos factores interactúan y propician el medio idóneo para la presencia de amonio.



**Figura No. 37.** Carga vrs amonio en piscina A-01



**Figura No. 38.** Carga vrs amonio en piscina PC-06

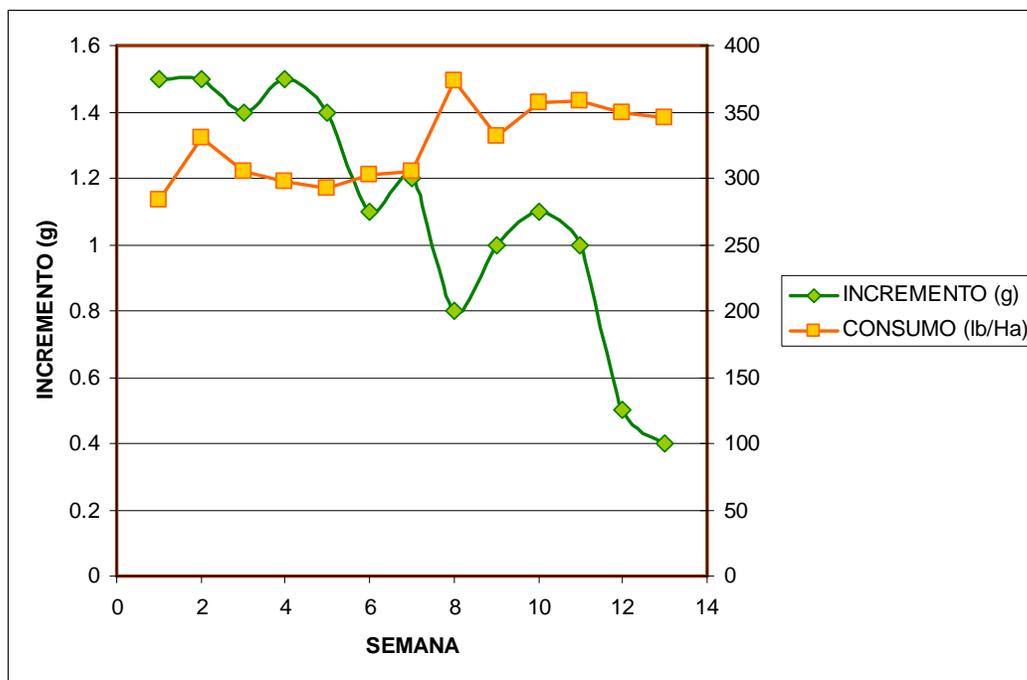


**Figura No. 39.** Carga vrs amonio en piscina PC-07

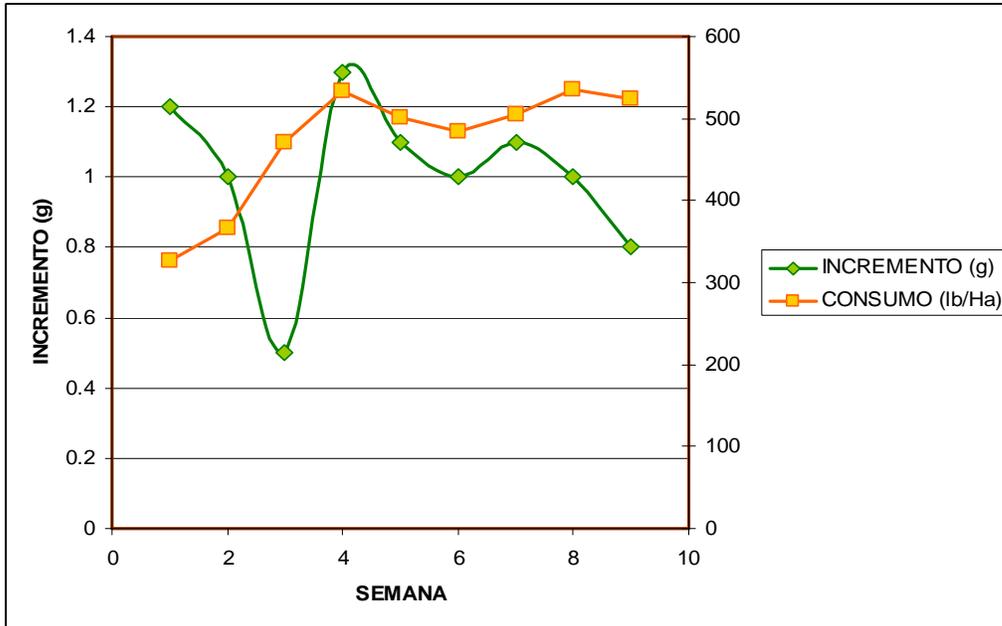
Conforme va aumentando la carga de las piscinas, los niveles de amonio se incrementan debido a que hay más residuos de alimento, exoesqueleto, mayor acumulación de partículas en el sedimento, esto conlleva al deterioro de la calidad del agua.

Con los niveles altos de amonio, fluctuaciones de pH, que en semanas se mantuvieron, se pudo ver que afectó el incremento en el consumo (Figuras No. 40, 41 y 42), también afectó el medio, ocasionando muertes (Figuras No. 43, 44 y 45) en camarones en cantidades considerables.

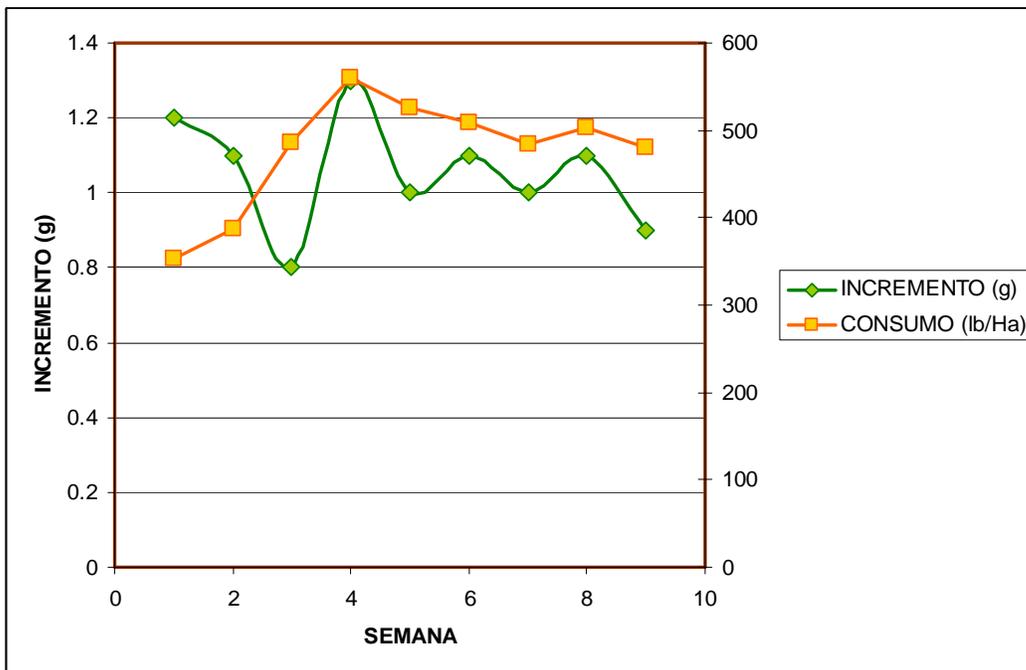
El incremento no fue el esperado en base a los consumos de las piscinas, ya que hubo crecimientos semanales de 0.4, 0.8 y 1 gramo, lo que en un cultivo en tallas de 6 - 15 gramos se estiman crecimientos entre 1.3 y 1.4 gramos semanal. Con la presencia de amonio los camarones se estresan y la energía que obtiene del alimento la utilizan para poder mantenerse ante estos cambios.



**Figura No. 40.** Incremento vrs consumo en piscina A – 01

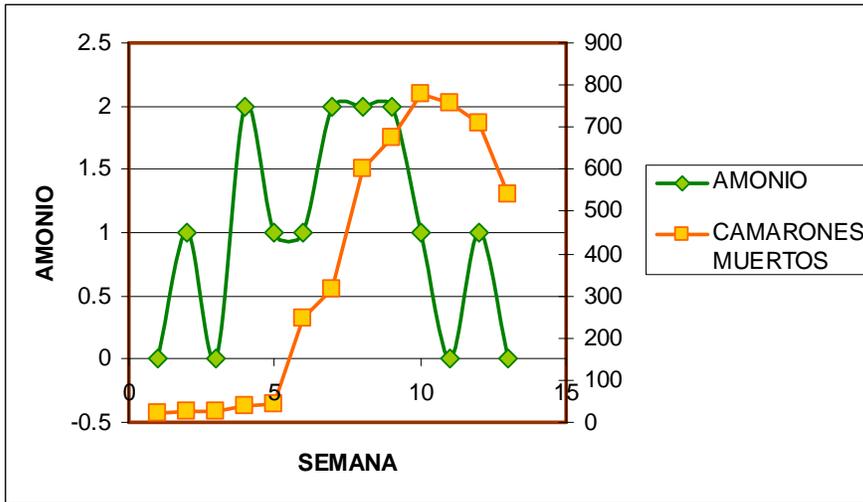


**Figura No. 41.** Incremento vrs consumo en piscina PC-06

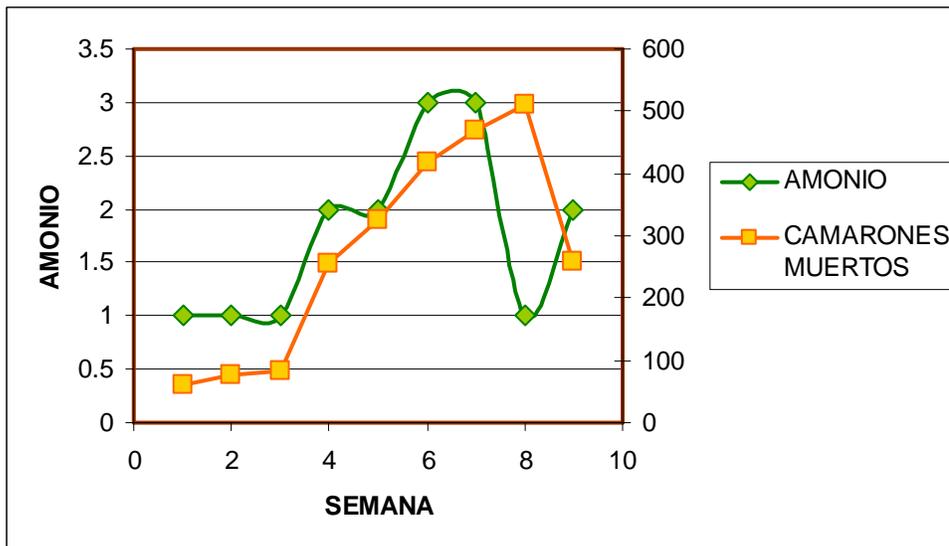


**Figura No. 42.** Incremento vrs consumo en piscina PC-07

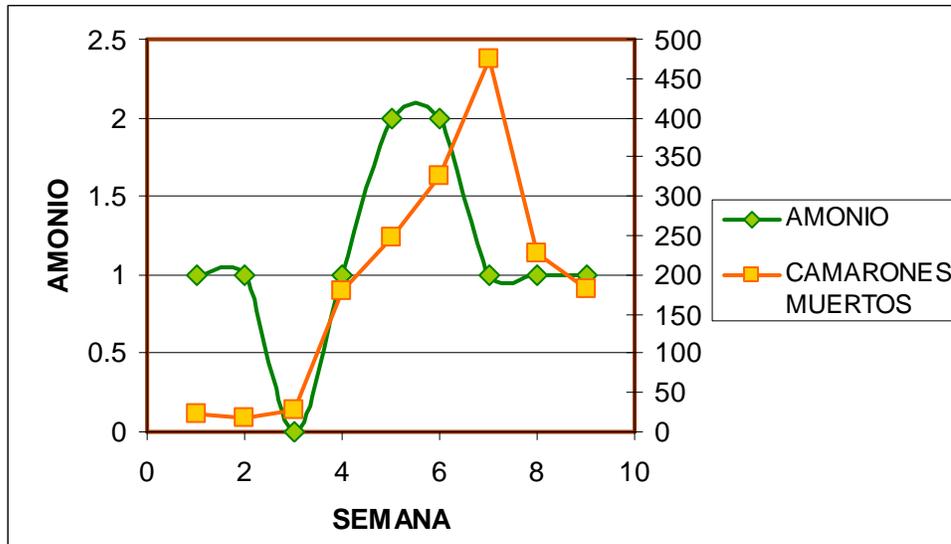
El incremento y consumo de las piscinas no fueron proporcionales, como se puede ver en los picos de consumo de alimento/piscina (lb/Ha) el incremento es bajo. El alimento no está siendo aprovechado por el camarón, no está convirtiendo en masa muscular lo que está consumiendo.



**Figura No. 43.** Amonio vrs camarones muertos/semana en A-01



**Figura No. 44.** Amonio vrs camarones muertos/semana en PC-06



**Figura No. 45.** Amonio vrs camarones muertos/semana en PC-07

Durante los ciclos de cultivo, regularmente se presentan mortalidades de camarón, las cuales en promedio son bajas (15%). A diferencia de cuando hay presencia de amonio (Figuras No. 43, 44 y 45), donde el aumento de mortalidades es notorio semana a semana. Suele aumentar cuando los camarones pasan expuestos a NH-3 en niveles tóxicos por largos períodos.

Existe un gran número de factores físicos, químicos y biológicos que influyen sobre el desarrollo del camarón. Ejercen su acción de múltiples formas, ya sea cooperando unos con otros, o bien oponiéndose entre si. Así, la temperatura, la concentración de los nutrientes, la concentración salina o la reacción del pH, cuyos valores sean superiores o inferiores a los óptimos pueden alterar considerablemente el crecimiento, la supervivencia, el metabolismo y la alimentación. Esta ultima una de las funciones mas importantes del organismo puesto que de ella se obtiene la energía y la proteína necesaria para el crecimiento, el mantenimiento y la producción, de manera que la clase y la calidad del alimento y su disponibilidad son factores limitantes para el cultivo.

La producción camaronera en relación directa con la cantidad y calidad de alimento depende en primera instancia de la productividad primaria (cadena autotrófica). Regulada principalmente por condiciones ambientales y el debido aporte de sustancias nutritivas. El fitoplancton a su vez es utilizado directamente por las poblaciones de zooplancton, el bentos y finalmente el camarón. Además del valor biológico, por su calidad y cantidad, el fitoplancton nutricionalmente proporciona entre un 8 a 10% de la materia seca, de la cual el 50 a 70% es proteína, la cual posee un alto contenido de aminoácidos de fácil absorción y por ser fuente de numerosos micro elementos como vitaminas, minerales, además de glúcidos y lípidos esenciales como factores de crecimiento.

Finalmente el fitoplancton cumple un papel definitivo en el control de la calidad del agua, en la regulación de la concentración del dióxido de carbono, del pH y del oxígeno disuelto, el consumo de compuestos nitrogenados.

Al constituirse el fitoplancton como el primer nivel trófico alimenticio es necesario desarrollar un programa de monitoreo, continuidad y disciplina para poder establecer los cambios que se produjeron y establecer los factores necesarios que se requieren para obtener una mejor producción a través del aporte adicional de fertilizantes.

La correcta identificación y valoración de todos estos diferentes parámetros, es de vital importancia para el desarrollo de las políticas de manejo, en la implementación de programas de fertilización, establecer los porcentajes de recambios, la tasas de alimentación, evaluación de la calidad del agua y fondos.

Las fuentes de materia orgánica en las aguas estuarinas de las piscinas pueden provenir de escurrimientos de los ríos o erosiones de terrenos agrícolas por efectos de lluvias que ponen en contacto al agua con materiales vegetales y que luego llegan a los estuarios o canales de marea, ingresando mediante el bombeo; desechos fecales; muerte y descomposición de organismos acuáticos como el

fitoplancton y zooplancton; así también por desperdicios o remanentes de alimentos balanceados, constituyendo el detritus. Parte de esta materia orgánica se sedimentará en el fondo de los estanques, mientras que otra permanecerá en suspensión. La descomposición de materia orgánica la realizan las bacterias, quienes la usan como alimento y están presentes en todos los estanques.

Las bacterias descomponen rápidamente la materia orgánica en presencia de oxígeno y producen productos finales no tóxicos como dióxido de carbono y agua; mientras que en ausencia de oxígeno, la materia orgánica es descompuesta anaeróbicamente produciendo productos tóxicos tales como sulfuro de hidrógeno, nitrito y metano. También, la descomposición de la materia orgánica está influenciada por factores tales como: temperatura, pH y naturaleza de la materia orgánica.

Un método que se utilizó para de minimizar los efectos de los desechos acumulados en el estanque fue el de coleccionarlos en el centro del estanque. Generalmente, tal colección de desechos se logra a través de una combinación de la forma del estanque y la posición de los aireadores. La concentración de los desechos reduce el área de superficie de los desechos expuestos al agua del estanque. Con esto se tienen dos efectos benéficos: primero, al concentrar los componentes orgánicos, minimiza la descomposición bacteriana aeróbica y por consiguiente reduce la producción de amonio en la superficie del desecho. Segundo, reduciendo el área de superficie del desecho también reduce la difusión de amonio y de las capas anaeróbicas. Alterar los desechos acumulados puede tener graves efectos sobre el ecosistema del estanque. Esta alteración se traduce en productos tóxicos acumulados dentro del sedimento y grandes cantidades de material orgánico, los cuales se descompondrán dando como resultado la producción de amonio.

Mediante el transcurrir de las semanas se observó las variaciones que se presentaron en las diferentes piscinas. Ya que entre la sexta y novena semana (variaba por las fechas de siembra de cada una), fue evidente el incremento del

amonio, el cual fue aumentando junto con la carga ( $\text{g/m}^2$ ) así como con el consumo de alimento ( $\text{lb/Ha}$ ). Estos factores aunados a las fluctuaciones de pH y temperatura propiciaron el medio adecuado para desencadenar el aumento de amonio a niveles tóxicos.

Las floraciones algales juegan un papel determinante en la variación del pH, este es afectado por la fotosíntesis del plancton, respiración de todos los organismos en el estanque y pH del suelo. La liberación de carbonato convertido a partir del bicarbonato por el fitoplancton puede originar que el pH se eleve dramáticamente por encima de 9 durante los periodos de rápida fotosíntesis por densas floraciones algales. A través de recambios de agua de las piscinas (100%), reducción de la tasa de alimentación y la aplicación de melaza se redujeron los niveles de amonio, no en una forma instantánea pero si evitando que los camarones pasaran expuestos a niveles tóxicos durante un largo período.

## 7.6 Conclusiones

- El amonio en las piscinas de engorde a nivel intensivo, muestra un incremento conforme va aumentando la carga/m<sup>2</sup> así como el consumo de alimento. Esto se refleja aun más entre los 9 – 15 gramos de peso promedio de los camarones y cargas entre 620 y 840 g/m<sup>2</sup>.
- El manejo de los recambios de agua y las tasas de alimentación en base a las concentraciones de amonio es un medio para mitigar, controlar y mantener los niveles de este compuesto, en un rango no tóxico para los camarones.
- El indicador más evidente del efecto del amonio sobre los camarones fue la reducción del consumo de alimento.
- La carga de 780 g/ m<sup>2</sup> es un punto de referencia para iniciar un programa de monitoreo de amonio.

## 7.7 Recomendaciones

- Desde que se tiene una carga de 780 g/ m<sup>2</sup> en las piscinas de engorde, debe de iniciarse un programa de monitoreo, sobre todo en las piscinas que tienen antecedentes con este problema. Con una buena planificación se puede controlar y evitar.
- Al momento de implementar el manejo de recambios, es indispensable que se establezca un plan de monitoreo de amonio, así como del agua tanto para el estero como para el área de bombeo y los canales de distribución.
- Cuando los niveles de amonio van en aumento, es necesario disminuir la tasa de alimentación, para evitar que continúen elevándose.
- A medida que se van presentando variaciones a nivel ascendente en las lecturas de amonio, se debe evitar que las concentraciones tóxicas se mantengan por largos períodos, ya que los camarones que no se mueren presentan un retardo en el crecimiento, bajo consumo de alimento y una mayor susceptibilidad a enfermedades.

## **8. CONCLUSIONES GENERALES DEL EPS**

- La implementación del manejo técnico en las diversas áreas de producción acuícola fue de vital importancia, ya que se logró llenar algunos vacíos en el proceso.
- A través de charlas con los alumnos de las escuelas de nivel primario del sector, se contribuyó en el aprendizaje sobre el uso sustentable de los recursos naturales del área.
- Se logró una sensibilización en los niños sobre la conservación del medio ambiente y el papel que éste juega tanto en el presente como para futuro.

## 9. RECOMENDACIONES GENERALES DEL EPS

- La implementación del manejo técnico debe ser acorde a las necesidades del área de producción acuícola.
- Dar un seguimiento a los programas de enseñanza (medio ambiente, recursos naturales, contaminación, esteros, manglares) impartidos por los epeistas, ya sea por medio de otros practicantes o por los maestros de las escuelas.
- Que los alumnos mantengan un contacto directo sobre temas de la conservación del medio ambiente, a través de actividades como jornadas de limpieza, pláticas sobre la importancia de los recursos hidrobiológicos.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

1. Boyd, CE. 1990. Water quality in ponds for Aquaculture. Estados Unidos, Auburn University. 482 p.
2. Boyd, CE. Año. Consideraciones sobre la calidad del agua y del suelo en cultivos de camarón. Estados Unidos, Department of Fisheries and Allied Aquacultures. s.p.
3. Brock, JA; Main, K. 1994. A Guide to the common problems and diseases of cultured *Penaeus vannamei*. Oceanic Institute, HI. 241 p.
4. INE (Instituto Nacional de Estadística, GT). 1,999 .Censo de población y habitación, información por departamentos: departamento de Retalhuleu. Guatemala, INE. s.p.
5. INE (Instituto Nacional de Estadística, GT). 2,000 .Censo de población y habitación, información por departamentos: departamento de Retalhuleu. Guatemala, INE. s.p.
6. INE (Instituto Nacional de Estadística, GT). 2,002 .Censo de población y habitación, información por departamentos: departamento de Retalhuleu. Guatemala, INE. s.p.
7. Laureatte, G; Venugopal, N; Kirankumar, N; Monadas, N. 2003. Aprovechamiento práctico de la aireación en el cultivo de camarones. Estados Unidos, INFOFISH Internacional. s.p.
8. Tookwinas, S; S, Dirakkait; W Pompoj, CE; Boyd, R. 2000. Shaw Aquaculture Asia Vol. N° 1

9. USAC (Universidad de San Carlos de Guatemala); CUNSUROC (Centro Universitario de Sur Occidente). 1985. Diagnóstico del departamento de Retalhuleu. Guatemala, USAC. s.p.
  
10. Van Wyk, P; Scarpa, J. año. Water quality requirements and management, Estados Unidos, Harbor Branch Oceanographic Institution. s.p.
  
11. Villagrán Colón, ER. 1,989. Efecto de la tasa de alimentación sobre el crecimiento del camarón *Penaeus* sp. Tesis Lic. Biol. Guatemala, USAC. 70 p.
  
12. Mazariegos, O. 1997. Mapa comunal del Parcelamiento El Rosario Champerico, Retalhuleu. Guatemala. P. 1-30
  
13. NICOVITA, GT.1999. La importancia del buen manejo del estanque y del alimento en el cultivo de camarón. Boletín Nicovita Camarón de Mar 4: 1-8.

## 10. ANEXO

### Control de Transferencias

Hora de inicio\_\_\_\_\_

Oxígeno piscina sembrada\_\_\_\_\_

Piscina transferida\_\_\_\_\_

Temperatura\_\_\_\_\_

Piscina sembrada\_\_\_\_\_

Densidad de siembra\_\_\_\_\_

<b>PESO NETO</b>	<b>PESO PROMEDIO</b>	<b>NÚMERO DE CAMARONES</b>	<b>CAMARONES ACUMULADOS</b>

## BOLETA PARA RECOLECTAR INFORMACIÓN DE CAMPO

Fecha \_\_\_\_\_

Hora \_\_\_\_\_

PISCINA	COLOR	DISCO	TEMPERATURA	pH	OXÍGENO
A-01					
A-02					
A-03					

### Observaciones

---

---

---

---

---

---

---

---



# Sopa de letras

Encuentra las siguientes palabras:

AGUA                      NIÑA                      SOL  
 BASURA                NIÑO                      CASA  
 AMBIENTE              MUNDO                 ESCUELA

A	E	S	C	U	E	L	A	T	V
S	O	P	D	I	C	X	V	E	L
N	B	A	S	U	R	A	C	O	M
N	Ñ	K	G	Y	O	T	S	C	U
I	L	N	J	U	F	Ñ	A	A	N
Ñ	S	W	B	G	A	Q	I	L	D
A	M	B	I	E	N	T	E	N	O

Aunque seas un niño puedes hacer mucho por el medio ambiente, en tu casa como en la escuela. Debes saber lo importante que es cuidar el medio ambiente y poner en práctica algunas medidas para lograrlo. Tú como niño puedes aconsejar a los adultos para que hagan lo mismo cuando a ellos se les olvide.



Solo hay un mundo y hay que cuidarlo.

Dado por:

**CARLOS ANTONIO SARAVIA VICTORIA**

# Medio Ambiente



Medio ambiente, conjunto de elementos abióticos (energía solar, suelo, agua y aire) y bióticos (organismos vivos) que integran la delgada capa de la Tierra llamada biosfera, sustento y hogar de los seres vivos. El Medio Ambiente es la obra más grande de Nuestro Señor, es por eso que debemos cuidarla y conservarla para bien de nosotros mismos y de todos los seres vivos que habitan nuestro planeta.





## Cuida el medio ambiente

### En tu casa

- Tirar la basura en su lugar, no en la calle, sino en un bote a basurero.
- Cuida las plantas que hay en tu casa, échale agua.
- Pídele a papá o mamá que revisen la instalación del gas, las tuberías de agua y en caso de fuga, arreglarla.
- Cuida que si no se esta utilizando el foco de alguna habitación, este apagado.
- Desconecta los aparatos eléctricos que no se están usando.
- Debes ser muy insistentes en el cuidado del agua, por lo tanto no el chorro abierto sino lo usas y dile a mamá que use poco agua para lavar los platos y la ropa.
- Al lavarse las manos o los dientes, pídeles que cierren la llave mientras se lavan.
- Proponles recopilar el agua fría que sale de la regadera al bañarse, esa agua se puede utilizar para el baño o para regar las plantas.
- Si papá o mamá fuman, diles que tanto a ellos como a ti que estas cerca, les hace daño el humo del cigarro, insísteles para que traten de dejarlo.
- Si tu hermana o hermano escuchan música a todo volumen, pídeles por favor que le bajen, recuerda que también el ruido contamina.
- No olvides el amor y respeto entre tu familia; seguir las normas y poner en práctica los valores que tus padres te han enseñado es muy importante para el ambiente, por que vives tranquilo y en armonía con los demás.
- No te olvides de las mascotas que tienes en casa, merecen cuidados y respeto.
- Cuando salgas de paseo no tires la basura desde los buses a la calle, guárdala en una bolsa para luego tirarla en el basurero.



### En tu escuela

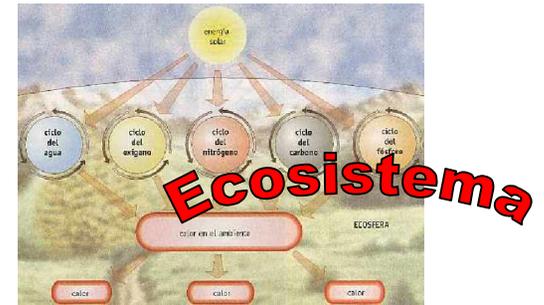


- Organízate con tus compañeros y pide permiso a tu maestro para realizar una campaña del cuidado del agua. Esto puede ser con carteles o designando a niños que vigilen el uso correcto de este líquido.
- También puedes proponer que en tu escuela coloquen botes para separar la basura y utilizar la orgánica para hacer composta (abono para las plantas).
- Propone sembrar más árboles en tu escuela y si es posible, solicitar un espacio en el que los niños aprendan a sembrar.
- Organízate con tus compañeros para mantener tu salón limpio y colabora para limpiar y cuidar toda la escuela, ya que es este el lugar donde asistes a diario para aprender.
- Recuerda que respetar a tus maestros y compañeros, así como seguir las normas establecidas por la escuela, son otras formas de cuidar el medio ambiente.
- Cuando salgas de la escuela, recuerda no tirar la basura en la calle.



### Destruye nuestro planeta:

La destrucción de la capa de ozono, la contaminación del agua, el dióxido de carbono, acidificación, erosión del suelo, hidrocarburos clorados y otras causas de contaminación como el derramamiento de petróleo.



**Los ecosistemas:** son sistemas complejos como el bosque, el río o el lago, formados por una trama de elementos físicos (el biotopo) y biológicos (la biocenosis o comunidad de organismos). El funcionamiento de todos los ecosistemas es parecido. Todos necesitan una fuente de energía que, fluyendo a través de los distintos componentes del ecosistema, mantiene la vida y moviliza el agua, los minerales y otros componentes físicos del ecosistema. La fuente primera y principal de energía es el sol.

**El ecosistema del manglar:** es el conjunto de árboles de mangle (*Rhizophora* sp) que se localizan en zonas aledañas al litoral, principalmente en desembocaduras de ríos, lagunas, esteros, terrenos con relieve plano y fangoso periódica y parcialmente inundado por aguas relativamente tranquilas en estuarios, islas o islotes en donde no se diferencia la pleamar y la bajamar.

**Ecosistema estuarino:** Son la frontera natural y altamente dinámica del Ecosistema Limnético y del Ecosistema Marino. En general presentan dos formas geográficas: Las Lagunas costeras, que son cuerpos de agua de superficie variable, someros en profundidad, que comunican al océano adyacente por medio de canales y bocas efímeras o permanentes, captan agua dulce a través de sus cuencas locales, por escurrimiento de ríos y arroyos tributarios. Los estuarios, que es la parte terminal de los ríos, es una zona de mezcla del agua dulce y del agua marina. En ambos casos se nota el efecto de las mareas. Su fauna y flora son similares aun cuando conservan características propias. Son áreas de gran productividad biológica.

**Estero:** Sabana baja, inundada profundamente en los meses de lluvia y que conserva agua durante parte de la temporada de sequía.