

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO DE ESTUDIOS DEL MAR Y ACUICULTURA

**TRABAJO DE GRADUACION**



**INFORME FINAL DEL EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
REALIZADO EN LA FINCA SANTO TOMÁS, ESCUINTLA**

Por:

T.U.A.  
MARTHA HERNANDEZ GIRON

**Para otorgarle el título de  
Licenciada en Acuicultura**

Guatemala, Noviembre 2006

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
-USAC-**

**CENTRO DE ESTUDIOS DEL MAR Y ACUICULTURA  
-CEMA-**

**CONSEJO DIRECTIVO**

<b>PRESIDENTE</b>	<b>M. Sc. Pedro Julio García Chacón</b>
<b>SECRETARIO</b>	<b>M. V. Angel Salomón Medina Paz</b>
<b>COORDINADOR ACADÉMICO</b>	<b>M. Sc. Carlos Salvador Gordillo García</b>
<b>REPRESENTANTE DOCENTE</b>	<b>M. Sc. Erick Roderico Villagran Colón</b>
<b>REPRESENTANTE COLEGIO DE MÉDICOS VETERINARIOS Y ZOOTECNISTAS</b>	<b>Licda. Estrella de Lourdes Marroquín Guerra</b>
<b>REPRESENTANTE ESTUDIANTIL</b>	<b>Br. Manoel Cifuentes Marckwordt</b>
<b>REPRESENTANTE ESTUDIANTIL</b>	<b>T.U.A. Julián Américo Sikahall Prado</b>



El Ing. Agr. Pedro Julio García Chacón, Director del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura –CEMA- después de conocer el dictamen favorable del Ing. Carlos Gordillo, Coordinador Académico, sobre el trabajo de graduación del estudiante universitario **Martha Hernández Girón** titulado **“Informe Final del Ejercicio Profesional Supervisado, realizado en la Finca Santo Tomás, Escuintla”**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo. **IMPRIMASE.**

Guatemala, Noviembre del 2,006

**ID Y ENSEÑAD A TODOS**

**Ing. Agr. Pedro Julio García Chacón**  
**DIRECTOR**





El Coordinador Académico del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura -CEMA-, después de conocer el dictamen de los Revisores Ing. Agr. Pedro Julio García Chacón, M.Sc. Erick Roderico Villagrán Colón, Ing. Gustavo Elías y la Sra. Adela Pérez Cruz, al trabajo de graduación de la estudiante universitaria **Martha Hernández Girón**, titulado *“Informe Final del Ejercicio Profesional Supervisado, realizado en la Finca Santo Tomás, Escuintla”*, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

*“Id y Enseñad a Todos”*

Ing. Carlos Salvador Gordillo García



Guatemala, Octubre de 2006.

## **AGRADECIMIENTOS**

- A Dios, por hacer realidad un sueño más.
- A mis padres, Carlos Hernández y Gloria de Hernández, por su apoyo y paciencia incondicional.
- A mi esposo Dr. Guillermo Valle por su amor.
- A mis hijos Esteban, Andrés, Marcos y Gabriel, por su alegría.
- A mi hermana Paty y sobrina Michelle, por el tiempo dedicado.
- Al Centro de Estudios del Mar y Acuicultura por albergarme durante mi carrera profesional.
- **Agradecimientos especiales a:**
  - Licda. Olga Sánchez
  - Licda. Norma Gil de Castillo
  - Pbro. Nixon Panteul y Noemí Hernández por su ayuda invaluable en la culminación de este sueño.

## **DEDICATORIA**

- A Jehová por ser el dueño de mi vida y de mis triunfos.
- A mis padres por su sacrificio.
- A mis hijos Esteban, Andrés, Marcos y Gabriel por ser mi inspiración para terminar mi carrera.

## RESUMEN

El aumento demográfico en el país obliga a utilizar los recursos naturales, como medio primario de subsistencia, en la obtención de alimento y como fuente de trabajo. En Guatemala la pobreza y la falta de oportunidades son uno de los principales problemas que el gobierno desea minimizar, ya que son factores determinantes de la delincuencia juvenil. Por ello el gobierno central ha dispuesto de la Finca presidencial (Finca Santo Tomas) como una casa de estudios para albergar jóvenes y señoritas en riesgo y vulnerabilidad a la delincuencia juvenil.

En la finca Santo Tomas se desarrolla el proyecto Casa Joven Santo Tomas, donde se promueve el uso adecuado del tiempo libre, dando seguimiento a la educación y complementando la misma, con técnicas agrícolas que ayuden en el desarrollo económico y nutricional de familias de escasos recursos.

La Universidad de San Carlos de Guatemala, por medio del Centro de Estudios de Mar y Acuicultura, y el Ejercicio Profesional Supervisado ha brindado dentro de este proyecto la asistencia técnica en Piscicultura. La cobertura del T.U.A. consistió en hacer partícipes a los estudiantes en el trabajo de cultivo, cosecha y comercialización de productos acuícolas, tales como la tilapia gris y el camarón de agua dulce.

También se evidencio la calidad del recurso hídrico de la finca, realizando un estudio micro-biológico de la calidad del agua del río San Benito. Este estudio reveló que el agua del río San Benito se encuentra en un proceso de eutroficación, teniendo la concentración de un parámetro químico (Nitrito) como factor limitante en su uso potable. Se recomienda el uso potable del agua solo con un monitoreo adecuado en la utilización de la misma.

El agua del río San Benito puede usarse en acuicultura, teniendo cuidado de cambiar diariamente el 50% del agua en los estanques.

La cosecha obtenida de los productos acuícolas infiere que sí es posible la autosostenibilidad de los estanques.



## **ABSTRACT**

Demographic expansion in Guatemala has forced people to use natural resources as primary means of subsistence, in order to obtain food as well as employment source. Poverty and opportunities lacking are the main problems that the government wishes to minimize, which are also the determining factors of juvenile delinquency and other social problems with youth people. That is why the government has taken a presidential farm named Santo Tomas Country House, located in the Escuintla's Department, to lodge youth in risk and vulnerability of juvenile delinquency.

In the facilities of Santo Tomas country house a Project called "Santo Tomas Youth Home" is taking place, where youth people in social risk can give a good use of their spare time. They may access to formal education and complement it with agroaquacultural practices, these methods seek to support the family economy and improve the nutritional level of limited resources communities.

The San Carlos University of Guatemala, through the Marine and Aquaculture Study Centre –CEMA- and the Supervised Professional Exercise provided technical assistance to this project. The Aquaculture student in charge, worked in fish farming culture techniques harvesting and trade of products like Tilapia and freshwater Malaysian Shrimp.

The project also included the water quality analysis and fecal microbiological water analysis of the San Benito River, main water source. The results revealed that the river is in eutrophication process with a high concentration of Nitrites, indicating that its not a healthy source as drinking water according to COGUANOR, CEE and OMS standards. Therefore, this water can be

used only for other purposes like irrigation and aquaculture under supervised usage. For aquacultural usage it is recommended to apply at 50% daily water exchange to the ponds to minimize health risk.

The final harvest of aquatic products from the ponds showed that it possible to achieve economical and technical feasibility as well as educational units for youth people..

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Página
<b>1. INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVOS</b>	<b>2</b>
<b>3. DIAGNOSTICO</b>	<b>3</b>
<b>3.1 Escuintla</b>	<b>3</b>
3.1.1 Ubicación y localización geográfica	3
3.1.2 Vías de comunicación	4
<b>3.2 Finca Santo Tomás</b>	<b>4</b>
3.2.1 Antecedentes	4
3.2.2 Ubicación	5
3.2.3 Vías de comunicación	6
<b>3.3. Diagnóstico docente administrativo</b>	<b>6</b>
3.3.1 Acuicultura	6
3.3.2 Educación	7
3.3.3 Planteamiento de problemas	8
3.3.3.1 <i>Administrativos</i>	8
3.3.3.2 <i>Técnicos</i>	8
3.3.3.3 <i>Económicos</i>	9
3.3.3.4 <i>Sociales</i>	9
<b>4. PROGRAMA DE DOCENCIA</b>	<b>10</b>
<b>4.1 Introducción</b>	<b>10</b>
<b>4.2 Objetivos</b>	<b>10</b>
4.2.1 Objetivo general	10
4.2.2 Objetivos específicos	10
<b>4.3 Actividades realizadas</b>	<b>10</b>
4.3.1 Actividades teóricas	11

	Página
4.3.2 Actividades prácticas	14
4.3.3 Actividades culturales	17
4.3.4 Actividades sociales	18
4.3.5 Actividades deportivas	19
<b>4.4 Conclusiones</b>	<b>20</b>
<b>4.5 Recomendaciones</b>	<b>20</b>
<b>5. PROGRAMA DE EXTENSION</b>	<b>21</b>
5.1 Introducción	21
5.2 Objetivos	21
5.3 Actividades realizadas	21
5.4 Siembra y cosecha en la Finca Santo Tomas	24
5.5 Finca San Luis	24
5.6 Conclusiones	26
5.7 Recomendaciones	26
<b>6. PROGRAMA DE INVESTIGACION</b>	<b>27</b>
6.1 Introducción	27
6.2 Justificación	27
6.3 Antecedentes	28
6.4 Marco teórico	28
6.4.1 Río Maria Linda y sus afluentes	28
6.4.2 Aspectos generales sobre cuencas	30
6.4.2.1 <i>Definición de cuenca</i>	30
6.4.3 Aspectos generales sobre ríos	31
6.4.3.1 <i>Definición de un río</i>	31
6.4.3.2 <i>Contaminantes de origen físico-químico</i>	32
6.4.3.3 <i>Enfermedades de origen hídrico</i>	33
6.4.4 Generalidades de parámetros físico químicos y microbiológicos	33
6.4.4.1 <i>Dureza</i>	33
6.4.4.2 <i>Alcalinidad</i>	33

	Página
6.4.4.3 <i>pH</i>	34
6.4.4.4 <i>Dióxido de carbono</i>	34
6.4.4.5 <i>Nitratos</i>	35
6.4.4.6 <i>Nitritos</i>	36
6.4.4.7 <i>Bicarbonatos y Carbonatos</i>	36
6.4.4.8 <i>Fosfatos</i>	37
6.4.4.9 <i>Temperatura</i>	37
<b>6.5 Exámen microbiológico</b>	<b>38</b>
6.5.1 Determinación de coliformes totales y fecales	38
<b>6.6 Objetivos</b>	<b>39</b>
6.6.1 Objetivo general	39
6.6.2 Objetivos específicos	39
<b>6.7 Metodología</b>	<b>39</b>
6.7.1 Ubicación geográfica	39
6.7.2 Diseño de muestreo	40
6.7.3 Descripción de la investigación	41
6.7.3.1 <i>Fase de Campo</i>	41
6.7.3.1.1 Reconocimiento del área	41
6.7.3.1.2 Medidas morfométricas del río	41
6.7.3.1.3 Medición de parámetros físicos	42
6.7.3.1.4 Toma de muestras para análisis físico químicos y microbiológicos del agua	42
6.7.3.1.5 Procedimiento para la recolección de muestras	43
6.7.3.2 <i>Fase de laboratorio</i>	44
6.7.3.2.1 Análisis microbiológicos	44
6.7.3.3 <i>Fase de Gabinete</i>	45
6.7.3.3.1 Recursos	45
6.7.3.3.1.1 Recursos humanos	45
6.7.3.3.1.2 Recursos físicos	45

	Página
6.7.3.3.1.3 Materiales y equipo	45
<b>6.8 Resultados y discusión</b>	<b>47</b>
6.8.1 Resultados morfométricos del río San Benito	47
<b>6.9 Conclusiones</b>	<b>55</b>
<b>6.10 Recomendaciones</b>	<b>55</b>
<b>7 MAPAS</b>	<b>56</b>
<b>8 CONCLUSIONES GENERALES DEL E.P.S.</b>	<b>61</b>
<b>9 RECOMENDACIONES GENERALES DEL E.P.S.</b>	<b>62</b>
<b>10 BIBLIOGRAFIA</b>	<b>63</b>
<b>11 ANEXOS</b>	<b>65</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
<b>Figura No. 1</b> Presentación en clase de las partes de un estanque	11
<b>Figura No. 2</b> Presentación y evaluación de maqueta	11
<b>Figura No. 3</b> Exposición en clase por un alumno	12
<b>Figura No. 4</b> Docencia de calidad de agua con el grupo No. 2	12
<b>Figura No. 5</b> Evaluación del desarrollo biológico de <i>Macrobrachium rosenbergii</i>	13
<b>Figura No. 6</b> Ing. Rony Ixcot en el tema Cultivo de Alberja China	14
<b>Figura No. 7</b> Ing. Roberto Aragón en el tema Enfermedades Venéreas	14
<b>Figura No. 8 y 9</b> Gira de campo No. 1 a Sabana Grande	14
<b>Figura No. 10</b> Cultivo de árboles frutales	15
<b>Figura No. 11</b> Capacitación sobre ganado vacuno	15
<b>Figura No. 12</b> Centro Educativo del Bambú	16
<b>Figura No. 13</b> Estudiantes del arte del bambú	16
<b>Figura No. 14</b> Colección de mariposas	16
<b>Figura No. 15</b> Elección señorita reina y deportes	17
<b>Figura No. 16</b> Rincón Cívico ganador	17
<b>Figura No. 17</b> Palacio de los capitanes Antigua Guatemala	18
<b>Figura No. 18</b> Ingreso con la antorcha a la Finca SantoTomás	18
<b>Figura No. 19 y 20</b> Dinámicas de juegos por la paz	19
<b>Figura No. 21</b> Práctica de natación	19
<b>Figura No. 22 y 23</b> Evaluación de crecimiento de especies en cultivo	22
<b>Figura No. 24</b> Mantenimiento de estanques	22
<b>Figura No. 25 – 28</b> Cosecha de estanques acuícolas	23
<b>Figura No. 29 – 32</b> Cooperativa y estanques de la finca San Luis	25
<b>Figura No. 33 y 34</b> Río San Benito y participantes en la toma de muestras de agua	43
<b>Figura No. 35</b> Ubicación general de la microcuenca del río San Benito	56
<b>Figura No. 36</b> Ubicación específica de la microcuenca	57
<b>Figura No. 37</b> Cuencas y subcuencas	58

<b>Figura No. 38</b>	Identificación de curvas a nivel de la microcuenca	59
<b>Figura No. 39</b>	Mapa de uso actual (1999) de la tierra	60

## ÍNDICE DE CUADROS

	Página	
<b>Cuadro No. 1</b>	Datos de siembra y cosecha en los estanques acuícolas en Finca Santo Tomás	24
<b>Cuadro No. 2</b>	Dureza, río San Benito	47
<b>Cuadro No. 3</b>	Alcalinidad, río San Benito	48
<b>Cuadro No. 4</b>	pH, río San Benito	49
<b>Cuadro No. 5</b>	Dióxido de carbono, río San Benito	49
<b>Cuadro No. 6</b>	Fosfatos, río San Benito	50
<b>Cuadro No. 7</b>	Nitratos, río San Benito	51
<b>Cuadro No. 8</b>	Sulfatos, río San Benito	52
<b>Cuadro No. 9</b>	Nitritos, río San Benito	52
<b>Cuadro No. 10</b>	Temperatura del agua, río San Benito	53
<b>Cuadro No. 11</b>	Coliformes totales y fecales, río San Benito	54

## ÍNDICE DE ANEXO

<b>Anexo No. 1</b>	Cuadro de notas curso de Piscicultura grupo No. 1
<b>Anexo No. 2</b>	Cuadro de notas curso de Piscicultura grupo No. 2
<b>Anexo No. 3</b>	Cuadro de notas curso de Piscicultura grupo No. 3
<b>Anexo No. 4</b>	Cuadro de notas curso de Piscicultura grupo No. 4
<b>Anexo No. 5</b>	Diploma de Docencia en el pensum de Extencionistas Agropecuarios en Seguridad Alimentaria del MAGA, noviembre 2005.



## 1. INTRODUCCION

La Finca Santo Tomás, se encuentra ubicada en el Departamento de Escuintla, Km. 51. Esta finca conocida anteriormente como la Finca del Presidente es ahora utilizada por la Alianza en Prevención del Delito (APREDE) para el desarrollo del proyecto "Educación Agrícola" ofrecida a la población joven de áreas rurales del país. La piscicultura como técnica de producción de alimento con alto contenido proteínico, así como fuente de trabajo esta llegando a ser una de las industrias a nivel familiar más motivadoras en el país.

El buen resultado de un proyecto piscícola, se basa en la buena selección de un sitio, especie cultivada, caudal de agua y la accesibilidad al proyecto. Todos estos factores hacen de un proyecto acuícola, una puerta abierta al bienestar económico, social y nutricional de una familia, este fué el objetivo primordial de la docencia en el Finca Santo Tomás.

Dentro de las actividades del Ejercicio Profesional Supervisado E.P.S. se hizo la investigación de la Calidad del Agua, del río que nutre la finca (Río San Benito), concluyendo en este estudio que el agua, no es apta para el consumo humano, ni para realizar acuicultura, solamente para cultivos agrícolas.

En la Finca Santo Tomás se evaluó el crecimiento biológico de las especies *Oreochromis niloticus*, *Macrobrachium rosenbergii* midiendo semanalmente su peso y talla. Se cosechó y comercializó el producto de los tres estanques que posee, infiriendo con estos resultados que la finca tiene un potencial productivo suficiente para la autosostenibilidad de los estanques acuícolas.

## **2. OBJETIVO GENERAL**

- Promover por medio del Ejercicio Profesional Supervisado, la piscicultura familiar ofreciendo técnicas necesarias en el cultivo de especies acuícolas con un alto valor proteínico.

### **2.1 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Fomentar en los estudiantes del proyecto Casa Joven Santo Tomás, el trabajo técnico en la producción y comercialización de tilapia y camarón.
- Determinar la calidad del agua del río San Benito que abastece a la finca Santo Tomás.

### **3. DIAGNÓSTICO**

#### **3.1 ESCUINTLA**

##### **3.1.1 UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA**

Escuintla departamento del sur de Guatemala. Localizada en el valle del río Guacalate, a una latitud de 346 msnm. Limita al Norte con Sacatepéquez, Chimaltenango y Guatemala; al Sur con el océano Pacífico; al oriente con Santa Rosa y al Occidente con Suchitepequez. (Enciclopedia Encarta 2001)

El clima es tropical con elevadas precipitaciones (2,890 mm/año) y altas temperaturas (25.7°C). Cuenta con una densa vegetación tropical en la que abundan la Ceiba, el copal y las palmeras. Sus dos principales actividades económicas son la agricultura y la ganadería de vacuno, destacando los cultivos de arroz, cacao, café, cítricos y caña de azúcar, junto a la producción cárnica y láctea. Su enclave comercial más importante es el del puerto de San José, en la costa del Pacífico, tiene también en la ciudad, una importante Refinería de Crudos, Plantas de Fertilizantes, Agroquímicos y Destilerías.

Los balnearios de Agua de Zarza y Aguas Vivas suponen un notable aliciente turístico. Al sur del departamento se encuentran las visitadas ruinas prehispánicas de Itzcuintlán.

Su superficie es de 4,384 Km<sup>2</sup>; población (MAGA, 1995) 592,647 habitantes, temperaturas máxima 31.7°C y mínima 20.2°C, humedad relativa 84%, precipitación anual 2,890mm. Composición étnica Ladina, predomina el idioma español, pero también se habla el poqomam, kaqchikel, queqchi, kanjobal, zhtuhil.

### **3.1.2 VÍAS DE COMUNICACIÓN**

La comunicación vial con el departamento de Escuintla es de un carácter comercial muy resaltado, por tener un notable nudo de comunicaciones, en el que convergen el Ferrocarril de Guatemala al Puerto de San José, y la carretera que une a la capital del país con la frontera mexicana. La principal vía de comunicación con la ciudad de Guatemala es la carretera Interoceánica CA-9, y la Autopista Palin-Escuintla.

## **3.2 FINCA SANTO TOMAS**

### **3.2.1 ANTECEDENTES**

La Finca Santo Tomás, fue apropiada por alemanes, desde el tiempo de la conquista, quienes la utilizaban como vivienda y la hacían producir café, azúcar, árboles frutales, panela, peces para consumo.

Fue en la segunda guerra mundial, que el Presidente Guatemalteco Jorge Ubico (1931-1944), tomó por la fuerza esta finca, teniendo en ese entonces 23 caballerías de área total. Luego, en el golpe de estado que sufrió el presidente Ubico, la finca paso a poder del estado, y el presidente Ydígoras Fuentes, repartió las 23 caballerías a su séquito de oficiales; también, les dió a cada uno de sus mozos la cantidad de un lote y una parcela (sesenta familias beneficiadas, con poderes legales). Actualmente la Finca cuenta con 58 manzanas solamente; y ha sido utilizada como:

- Finca de descanso del presidente en funciones
- Cumbres Presidenciales Centroamericanas
- Reuniones laborales,
- Reuniones sociales, y
- Reuniones políticas.

En Mayo de 2004, el Presidente Lic. Oscar Berger, cedió la Finca Santo Tomás a la Fundación Católica “Jorge Toruño”, en calidad de usufructo, nombrando a la Alianza en Prevención del Delito (APREDE) como responsable de ejecutar, los programas de capacitación que se realicen.

APREDE inició sus primeras actividades en Guatemala, en el año de 1999, con el apoyo del Centro para la Acción Legal en Derechos Humanos (CALDH) trabajando con jóvenes en vulnerabilidad. El trabajo consistió en promover actividades culturales y deportivas, para el uso positivo del tiempo libre, lo cual permitió abordarlos e involucrarlos en actividades de procesos de educación, trabajo y organización comunitaria.

Debido a la magnitud de las actividades y el crecimiento de la población atendida se hizo necesaria la creación de una opción tangible de capacitación, educación y atención integral a los jóvenes beneficiarios, como respuesta se concibió el proyecto CASA JOVEN, el cual fue inaugurado el 16 de Febrero del 2004, en la Ciudad de Guatemala y se extendió a: Casa Joven Antigua Guatemala y Casa Joven en la Finca Santo Tomás.

En la Casa Joven Santo Tomás, APREDE está encargada de coordinar todas las actividades internas, que sean necesarias en el cumplimiento de los objetivos del proyecto, como proporcionar material didáctico, adquirir ayudas económicas y promover la relación de esta Casa Joven, con otras casas.

### **3.2.2 UBICACIÓN**

La Finca Santo Tomás está ubicada en el Km. 51 de la antigua carretera de Palín a Escuintla. Limita al norte con la propiedad del Coronel Rubios, al sur con Aqua Park (Luis Gonzales - propietario) y la aldea El Calvillo y al oriente con la propiedad del Lic. Gómez.

### **3.2.3 VÍAS DE COMUNICACIÓN**

La principal vía de comunicación con la ciudad de Guatemala es la carretera Interoceánica CA-9 (Palín-Escuintla).

## **3.3 DIAGNÓSTICO DOCENTE ADMINISTRATIVO**

### **3.3.1 ACUICULTURA**

La Acuicultura es la producción, procesamiento y venta de organismos biológicos de un sistema acuático y ha existido por varios milenios, aunque es un campo relativamente nuevo en nuestro país. (Wheaton, 1982)

Casa Joven Santo Tomás cuenta con un sistema semi-intensivo de piscicultura, actualmente tiene 3 estanques en producción.

El primero de ellos tiene un espejo de agua de 1020 m<sup>2</sup> y una profundidad promedio de 0.9 m.

Este estanque fue sembrado en noviembre del 2004 por el Centro de Estudios del Mar y Acuicultura (CEMA) y el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), donde se sembraron 4,000 alevines de Tilapia gris *Oreochromis niloticus*.

El segundo estanque tiene un espejo de agua de 1,323 m<sup>2</sup> y una profundidad promedio de 81 cm. También fue sembrado en noviembre del 2004 con 4,000 alevines de Tilapia gris.

Por último, el estanque No. 3 fue sembrado con 10,000 larvas de Camaron de Agua Dulce *Macrobrachium rosenbergii*, teniendo un espejo de agua de 1650 m<sup>2</sup> y una profundidad promedio de 1.40 m.

La Finca Santo Tomás tiene un gran potencial acuícola, de acuerdo al:

- Caudal hídrico que posee,
- Clima (húmedo-sub-tropical)
- Tipo de suelo (arcilloso)
- Temperatura promedio 25° C (29.4° C – 18.1° C)
- Humedad 84%, respectivamente

Además por las condiciones mencionadas la finca tiene potencial para la agricultura, avicultura y otros.

### **3.3.2 EDUCACIÓN**

Casa Joven Santo Tomás inicia sus actividades cubriendo los grados de Primaria, Secundaria, Bachillerato en Ciencias y Letras y Extensionismo Agrícola.

Los grados de primaria y básicos son cubiertos por tres profesionales de Magisterio y un Bachiller.

El área de bachillerato lo cubre solamente una maestra. Todos estos profesionales están contratados por la Dirección General de Educación Extracurricular (DIGEEX)

El área de extensionismo agrícola esta cubierto por tres profesionales del MAGA y una epesista del CEMA de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC).

Los cursos que están dentro del Pensum del MAGA son:

- 1) Horticultura - MAGA
- 2) Viveros - MAGA
- 3) Piscicultura - CEMA (USAC)

Por último también se sirve un curso de computación para principiantes, intermedios y avanzados, el cual fué impartido por dos técnicos de la Asociación Internacional de Desarrollo (AID)

Los jóvenes desde primero primaria hasta quinto bachillerato tienen una hora diaria de Educación Física, con personal calificado de la Escuela Nacional de Educación Física.

### **3.3.3 PLANTEAMIENTO DE PROBLEMAS**

#### **3.3.3.1 ADMINISTRATIVOS**

No existe congruencia entre los objetivos del proyecto y la realidad que se vive dentro del mismo.

No hay superación profesional, porque no existe una evaluación del trabajo docente.

No existe información escrita sobre el proyecto para conocerlo ampliamente y no hay jerarquías delimitadas.

#### **3.3.3.2 TÉCNICOS**

Insuficiente personal calificado para la atención, de las necesidades de los beneficiarios.

No existe suficiente material didáctico para la realización de las actividades programadas a nivel docente.



### **3.3.3.3 ECONÓMICOS**

Los beneficiarios inscritos en el proyecto son de áreas rurales del país, donde la pobreza y la poca accesibilidad a centros educativos, inhibe el deseo de superarse

Por la falta de gestión se han perdido colaboraciones nacionales e internacionales en el sostenimiento económico del proyecto.

### **3.3.3.4 SOCIALES**

La población joven de beneficiarios proviene en su mayoría de familias desintegradas, por lo que es inexistente en ellos, el respeto a la autoridad fuera y dentro de su hogar.

El estilo de vida en la que se desenvuelven los beneficiarios, es de alcoholismo, drogación, abandono del hogar, violencia, pobreza y prostitución.

## **4. PROGRAMA DE DOCENCIA**

### **4.1 INTRODUCCIÓN**

Formar a un grupo de personas con espíritu de superación, debería ser uno de los mayores retos de un profesional de la Universidad de San Carlos.

Los jóvenes en Guatemala, son el mayor porcentaje de la población y lamentablemente también representan el índice delincriminal más alto.

En casa joven Santo Tomás, la finalidad del programa de docencia consistió en capacitar a jóvenes de catorce a dieciocho años en el cultivo de Tilapia gris *Oreochromis niloticus* y Camaron de agua dulce *Macrobrachium rosenbergii*.

### **4.2 OBJETIVOS**

#### **4.2.1 GENERAL**

Capacitar un grupo de jóvenes de la Finca Santo Tomás en el manejo del cultivo de tilapia y camaron.

#### **4.2.2 ESPECÍFICOS**

- Impartir un curso teórico práctico sobre el cultivo de tilapia y camaron.
- Promover en los estudiantes la acuicultura como actividad potencialmente económica.

### **4.3 ACTIVIDADES REALIZADAS**

En docencia el trabajo se dividió en actividades teóricas y prácticas.

### 4.3.1 ACTIVIDADES TEÓRICAS

- **Primera Unidad:** “Construcción de Estanques”, ésta fué impartida en forma teórica y práctica según el manual “Producción de Tilapia en fincas integradas” (Meyer, 2002), dicha unidad fué servida en siete semanas demostrando por medio de carteles y clases teóricas la construcción de estanques, (**Fig. No. 1**); luego cada alumno elaboró la maqueta (**Fig. No. 2**) de un estanque identificando las partes del mismo. Esta unidad finaliza con un exámen teórico sobre la construcción de estanques.



Fig.No.1 Presentación en clase teórica de las partes de un estanque.



Fig. No. 2 Presentación y evaluación de Maqueta.

- **Segunda Unidad:** “Recursos Naturales”, para el aprendizaje y desarrollo de esta unidad, fué necesario dejar un trabajo completo de investigación (introducción, objetivos, contenido, recomendaciones, bibliografía, cuestionario), el cual debían exponerlo a sus compañeros (**Fig. No.3**) utilizando cualquier tipo de material visual, que ayudara al aprendizaje del tema, en fechas planificadas.

Se termina la unidad con los grupos, con una proyección de slides, sobre flora, fauna, recursos hídricos y proyectos de conservación de la naturaleza a nivel mundial, este recurso fue proporcionado por la epesista en acuicultura y el apoyo, de la Biblioteca del CEMA, así mismo se evaluó la unidad en forma teórica, al final de las cuatro semanas.



Fig. No. 3 Exposición en clase por un alumno.

- **Tercera Unidad:** “Calidad del Agua”, esta unidad fué la más extensa, de las seis unidades impartidas y necesariamente fué dada en una forma teórica ya que para la práctica de la misma, era necesario el uso de un laboratorio de química, así como reactivos, con los que no se contaban.

La realización de esta unidad se llevó a cabo en ocho semanas y por lo teórico de la misma, fue bastante cargada para los estudiantes (**Fig.No. 4**), ya que para llevar este curso a nivel universitario es necesario estudiar química general y orgánica, lo que los jóvenes del proyecto no conocen.

Al final de las ocho semanas se realizó una evaluación teórica de la misma.



Fig. No. 4 Docencia en Calidad de Agua con el grupo número dos

- **Cuarta Unidad:** “Cultivo de Tilapia gris *Oreochromis niloticus*, Cultivo de Camaron de agua dulce *Macrobrachium rosenbergii* y Cultivo de Moluscos *Pomacea sp*”. Para el desarrollo de estas unidades, se utilizó una gran gama de literatura, así como clases prácticas obteniendo especímenes y estudiando su biología interna y externa, de acuerdo al material teórico ya expuesto a los estudiantes. Los beneficiarios aprendieron a identificar sexos por características externas de tilapia y camaron, sembraron caracol en uno de los estanques, obteniendo resultados satisfactorios tres semanas mas tarde.

Las tareas realizadas en esta unidad fueron, identificar sexos, conocer los nombres correctos de las partes externas de cada organismo, medir y pesar los ejemplares para evaluar su desarrollo (**Fig. No.5**). La unidad se llevó a cabo en cuatro semanas y se terminó con una evaluación teórica de la misma.



Fig. No. 5 Evaluación del desarrollo biológico de *Macrobrachium rosenbergii*

Dentro de la docencia se contó con la colaboración de profesionales en temas como:

- \* Cultivo y exportación de alberja china, por el Ing. Rony Ixcot de la Gremial de Exportadores de productos no tradicionales (AGEXPRONT) (**Fig .No. 6**).
- \* Enfermedades Venéreas impartida por el Ing. Roberto Aragón de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos. (**Fig. No. 7**)



Fig. No. 6 Ing. Rony Ixcot en el tema Cultivo de Alberja China



Fig. No. 7 Ing. Roberto Aragón en el tema Enfermedades Venéreas

#### 4.3.2 ACTIVIDADES PRÁCTICAS

Dentro de la docencia se llevarón a cabo dos giras de campo para reforzar la teoría vista en clase.

**a)** La primera gira fue a la Finca Experimental “Sábana Grande” (**Fig. No. 9**) en Escuintla (Junio 30). El T.U.A. Santiago Yee, dió a conocer el manejo y producción de dicha finca.

Para dicha gira se llevó un total de cuarenta y seis alumnos y cinco tecnicos encargados directamente de los estudiantes. (**Fig. No. 8**)



Fig. No. 8 Preparados para la gira (técnicos y estudiantes)



Fig. No. 9 Capacitación en Sábana grande

**b)** La segunda gira realizada (Agosto 25), fué a la Finca experimental de Cuyuta, Masagua. Ésta consistió en visitar tres lugares productivos diferentes.

- El primer lugar visitado fueron los cultivos frutales, donde el Ing. Sierra **(Fig. No. 10)** mostró los productos para la exportación como la guayaba ballerata (tailandesa) de libra y media de peso, manzana de agua, papaya en producción sexual y asexual, anona, piña y carambola, todos estos productos son cultivos exóticos de exportación.



Fig. No. 10 Cultivo de árboles frutales

- El segundo lugar visitado fue los establos de producción de ganado vacuno. **(Fig. No. 11)**, donde tienen un macho por cada treinta hembras en producción.



Fig. No. 11 Capacitación sobre ganado vacuno



- El tercer lugar visitado fue el Centro Educativo del Bambú (**Fig. No. 12**), en este lugar se enseña el arte de trabajar el bambú a estudiantes nacionales e internacionales (**Fig. No.13**).

En este centro se observó la elaboración de muebles para el hogar, la oficina y decorativos, así como para la construcción total de una casa. Todos los productos son cotizados y vendidos en dólares.



Fig. No. 12 Entrada al Centro Educativo del Bambu



Fig. No. 13 Estudiantes nacionales y extranjeros en el arte del Bambú.

Una de las últimas actividades prácticas que se realizó fue la colección de insectos comunes en la finca (gusanos, mariposas, arañas y otros insectos voladores) por los cuatro grupos de estudiantes, dicha colección fue presentada en duroport con el nombre común de cada insecto.

En la figura número 14 se muestra la colección de mariposas, presentada por el grupo de estudiantes número 1.



Fig. No. 14 Colección de mariposas Grupo N° 1



### 4.3.3 ACTIVIDADES CULTURALES

Se participó en las siguientes Actividades Culturales:

**a)** Elección de Señorita Reina y Señorita Deporte de Casa Joven Santo Tomás (**Fig. No. 15**), esta actividad se llevó a cabo para culminar actividades de dos semanas de deporte y cultura.

Se eligió a la señorita ganadora después de una presentación en traje típico, deportivo y de noche de las siete candidatas participantes.



Fig. No.15 Elección Señorita Reina y Deporte

**b)** Elaboración de murales cívicos, iniciando así las fiestas de Independencia en el mes de Septiembre, el mural ganador (**Fig. No. 16**) fue el dirigido por la maestra de panadería Cecilia Gutierrez con su grupo de alumnos.



Fig. No. 16 Rincon Cívico ganador

c) Para finalizar se colaboró con el Sr. Carlos Berger en la organización y apoyo logístico en las actividades de conmemoración de la Independencia. Se realizó una visita a la Antigua Guatemala (**Fig. No. 17**), el 14 de Septiembre, donde se encendió la antorcha de la libertad, participando en esta actividad cuarenta y tres jóvenes, ocho catedráticos y tres monitores, la misma culminó en la finca Santo Tomás (**Fig. 18**), entonando el Himno Nacional y apagando la antorcha, esta actividad fue dirigida por el director actual de la finca Sr. Carlos Berger.



Fig. No. 17 Palacio de los capitanes en la ciudad Colonial de la Antigua Guatemala.



Fig. No. 18 Ingreso con la antorcha a la Finca Santo Tomás.

#### 4.3.4 ACTIVIDADES SOCIALES

Dentro de las actividades sociales realizadas, se priorizó las dinámicas de Juegos por la Paz, los cuales son iniciativas de crear paz en regiones conflictivas, promoviendo la convivencia y la sana competitividad, entre los grupos de jóvenes (**Fig. No. 19**). Las dinámicas que se brindaron consistían en: utilizar las dos manos en actividades distintas en un tiempo record (**Fig. No. 20**), aumentar la dificultad en cada una de las dinámicas, conseguir que cada joven expresará sus ideas para lograr la meta final y alcanzar el triunfo por el sacrificio de todos. Se logró con estas actividades descubrir a un grupo de líderes juveniles que ayudan en la concretización del programa.



Fig. No. 19 Dinámicas de juegos por la paz en el campo de fútbol.



Fig. No. 20 Dinámicas de juegos por la paz, en el salón.

#### 4.3.5 ACTIVIDADES DEPORTIVAS

Entre las actividades deportivas se realizaron dos semanas de campeonatos deportivos, en las disciplinas de: fútbol, voleybol, natación (**Fig. No. 21**), carrera libre y carrera de encostalados. En estas dos semanas de actividades se involucraron niños de primaria y jóvenes de nivel básico y bachillerato. Para finalizar esta semana se hizo la elección de señorita Reina, la entrega de trofeos y premios a los ganadores.

La dirección de Casa Joven Santo Tomás, donó los trofeos de futboll, y la colaboración de los catedráticos, hizo posible la entrega de los premios.



Fig. No. 21 Natación, en piscina del ejército

#### **4.4 CONCLUSIONES**

- Las condiciones de enseñanza teórico-práctico de acuicultura fueron limitadas por la escasez de material didáctico y la falta de apoyo de la administración de la finca.
- El grado de escolaridad de los estudiantes es una limitante en el aprendizaje técnico acuícola, ya que no están enseñados a conceptualizar y memorizar términos técnicos.

#### **4.5 RECOMENDACIONES**

- Equipar las aulas con material didáctico, para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Proporcionar asesoría técnica directa a los proyectos piscícolas, de la Finca.
- Estimular con el ejemplo a los estudiantes en el logro de las metas trazadas.

## 5. PROGRAMA DE EXTENSIÓN

### 5.1 INTRODUCCIÓN

La formación de técnicos productivos en las labores piscícolas se dificulta cuando no existen los recursos necesarios para llevar a cabo esta actividad.

En la finca Santo Tomás se hizo necesario la utilización de material de desecho y convertirlo en instrumentos de trabajo para la enseñanza-aprendizaje y así lograr en la producción acuícola el mejor de los resultados, también se enseñó a los estudiantes como llevar el control de producción, venta y consumo del producto acuícola.

La asistencia técnica ofrecida a la Cooperativa San Luis, fue con el objeto de mejorar la producción acuícola de la misma, aunque debe comentarse que el proyecto acuícola de la Cooperativa San Luis, llena los requisitos necesarios para ser un ejemplo de un buen trabajo comunal y productivo.

### 5.2 OBJETIVOS

- Coadyuvar en la tecnificación de la producción de Tilapia gris y camarón de agua dulce en la finca Santo Tomás.
- Asesoría técnica a la finca San Luis.

### 5.3 ACTIVIDADES REALIZADAS

**a) Manejo del cultivo:** Semanalmente se evaluaba el crecimiento en peso y talla de las especies cultivadas para conocer su crecimiento biológico y el tiempo de su cosecha (**Fig. No.22 y No.23**). El control del crecimiento de peso se hizo con una pesa analítica del curso de panadería, y la toma de tallas con tablas de madera de 30 cm. de largo diseñadas por los alumnos

para tal fin. Al evaluar los organismos se reconocía por características externas el sexo, la incubación bucal en Tilapia y desarrollo de gónadas en el Camarón.

Se limpió semanalmente el canal de abastecimiento de agua, bordas, diques y espejo de agua de cada uno de los estanques (**Fig. No. 24**). El material utilizado en esta actividad fueron: machetes, rastrillos, azadones, palas y lazos. El objetivo fue lograr que el caudal diario de agua hacia los estanques no disminuyera y en la limpieza de los estanques se utilizó cedazos, baños plásticos y cubetas. El material contaminante en los estanques eran frutas, zapatos, ropa, papel y plásticos.



Fig. No. 22 Evaluación del crecimiento biológico de *Oreochromis niloticus*.



Fig. No. 23 Evaluación de crecimiento en *M. rosenbergii*



Fig. No. 24 Mantenimiento y limpieza de estanques



**b) Cosecha:** La cosecha de los estanques se hizo cuando el producto alcanzó un tamaño y peso atractivo para su comercialización. Las cosechas se iniciaban a las cinco de la mañana con los estudiantes internos del proyecto (**Fig. No. 25 y 26**), el material que se utilizó fue un trasmallo de 50 mts. de largo, cajas plásticas y una pesa analítica. En las cosechas de los estanques 1 y 2 se obtuvieron buenos resultados (175-250 lbs. respectivamente) no así en el estanque de camarón (**Fig. No. 27 y 28**), que por su lejanía a la seguridad y por el producto que ofrece es robado continuamente.

Luego de las cosechas se hizo la limpieza interna de los estanques y se desinfectaron para una nueva siembra.



Fig. No. 25 Cosecha de estanques



Fig. No. 26 Producto obtenido *O. niloticus*

Fig. No. 27 Cosecha de estanque de camarón

Fig. No. 28 Ejemplares del producto



**c) Comercialización:** La cosecha total de *O. niloticus* fue de Q. 765.00 (estanque 1), y la de *M. rosenbergii* fue de Q.580.00 (estanque 3). La venta de la cosecha del estanque 1 se hizo a un comerciante directo, quien pagó el

día de trabajo a cada uno de los estudiantes participantes en dicha cosecha (Q. 30.00).

#### 5.4 Siembra y cosecha de los estanques de la Finca Santo Tomás, Escuintla

**CUADRO N°1** Datos de siembra y cosecha en estanques acuícolas de la Finca Santo Tomás

VARIABLE	ESTANQUE N° 1	ESTANQUE N°2	ESTANQUE N° 3
Espejo de agua	1,020 mts	1,323 mts	1,650 mts
Población	4,000 alevines	4,000 alevines	10,000 post-larvas
Sp. Cultivada	<i>Oreochromis niloticus</i>	<i>Oreochromis niloticus</i>	<i>Macrobrachium rosenbergii</i>
Temperatura promedio	21 °C	22 °C	22 °C
pH	6.3	6.5	6.5
Turbidez	61 cm	45 cm	82 cm
Cosecha Total	175 lbs	250 lbs	30 lbs
Peso inicial	1 – 2 g	1 – 2 g	0.20 g
Peso final	200 g	400 g	72 g

#### 5.5 FINCA SAN LUIS

La finca San Luis esta ubicada en el kilómetro 50, carretera a Escuintla, anterioremente conocida como “Las Grutas de San Pedro Martir”, hoy en día este centro recreativo ha desaparecido por falta de asistencia técnica y por consecuencias del huracán Mitch (1998). La cooperativa es netamente cafetalera (**Fig. No. 29**), pero en el ánimo de incrementar sus ganancias familiares, ha implementado la construcción de estanques, la siembra y cosecha de tilapia gris. Para esta actividad, ellos han aprovechado el nacimiento de varios cuerpos de agua, y el desnivel natural del terreno (**Fig.**



**No. 30).** Actualmente tienen 11 estanques en producción, con un promedio de 200 peces en cada uno de ellos (**Fig. No. 31 y 32**).

La asesoría técnica se brindó a cinco integrantes de la cooperativa en forma verbal y práctica, monitoreando el crecimiento de los peces, teniendo por resultado un peso aproximado de 308 grs; y 16 cm; de largo en peces machos, se recomendó hacer un estudio de mercado antes de la cosecha para comercializar el producto a un mejor precio.

Los dirigentes de la cooperativa se motivaron por el futuro productivo de sus estanques y planearon la construcción de cuatro estanques más para el próximo año.



Fig. No. 29 Presidente y secretaria de la cooperativa San Luis.



Fig. No. 30 Puente de hamaca camino hacia los estanques.



Fig. No. 31 Estanque en producción



Fig.No.32 Estanque en producción y Vigilancia

## **5.6 CONCLUSIONES**

- La asistencia técnica prestada en la Finca Santo Tomás mejoró la producción acuícola.
- Durante el Ejercicio Profesional Supervisado se les proporcionó a los estudiantes del proyecto, técnicas necesarias para el manejo adecuado de estanques acuícolas familiares.
- La asesoría técnica en la cooperativa San Luis sirvió para fortalecer los conocimientos y procedimientos de la práctica acuícola.

## **5.7 RECOMENDACIONES**

- Extender la capacitación acuícola al personal administrativo de la Finca Santo Tomás para el manejo y sostenibilidad del proyecto acuícola.
- La administración de la Finca Santo Tomás debe facilitar el material necesario para la cobertura adecuada del técnico epesista en el logro de sus objetivos.
- Gestionar ante el CEMA el apoyo técnico continuo del manejo, cosecha y comercialización del producto acuícola.

## 6. PROGRAMA DE INVESTIGACION

### 6.1 INTRODUCCION

La conservación de la naturaleza, esta ligada a comportamientos y actitudes que defienden el uso sostenible, de los recursos naturales, como: suelo, agua, flora, fauna y minerales.

Los recursos naturales de un área cualquiera, son su capital básico y el uso inadecuado de los mismos, puede dar como resultado pérdidas económicas y de reservas naturales, (flora y fauna).

En la presente investigación, se realizó un estudio fisico-químico y bacteriológico del río San Benito (*Fig. No. 35*), el cual es el recurso natural que abastece a la finca Santo Tomás, para el desarrollo del cien por ciento de sus actividades productivas. Este río también abastece en cierto porcentaje, al centro recreativo Aquapark, por lo que su conservación y utilización adecuada, asegura el bienestar productivo de la finca. La finca Santo Tomás, se encuentra ubicada en el kilómetro 51 carretera a Escuintla, en medio de un bosque húmedo sub-tropical y actualmente es utilizada como casa de estudios para jóvenes y señoritas de escasos recursos, que se encuentran en riesgo y vulnerabilidad de integrarse a pandillas juveniles.

### 6.2 JUSTIFICACION

Es imprescindible conocer los parámetros fisicoquímicos como: el pH, alcalinidad, dureza, los fosfatos, nitratos y nitritos; así como la identificación de microorganismos enteropatógenos, para garantizar que el agua del río San Benito es apto para consumo humano principalmente y para los diferentes usos que se le quiera dar, como la acuicultura y agricultura.

También se realizó una caracterización Morfométrica de la microcuenca (**Fig. No. 36**) del río San Benito, ya que en la actualidad no se reportan estudios al respecto.

### **6.3 ANTECEDENTES**

No se reportan estudios sobre calidad de agua, de la microcuenca del río San Benito.

### **6.4 MARCO TEORICO**

#### **6.4.1 RIO MARIA LINDA Y SUS AFLUENTES**

Durante los últimos años, las instituciones nacionales se han preocupado por los crecientes problemas derivados de la utilización inadecuada de que son objeto los recursos naturales. Para obtener resultados satisfactorios en el planteamiento de soluciones, es necesario hacer estudios de los fenómenos y condiciones que rigen la dinámica de los recursos naturales, también para definir el mejor aprovechamiento y mejoramiento de las condiciones y medios de vida.

En la cuenca del Río María Linda se observa la existencia de áreas con buenas posibilidades de aprovechamiento, así como, áreas con problemas muy serios de deterioro de sus recursos, éstos causados por inadecuadas formas de aprovechamiento. La cuenca del Río María Linda está situada en los departamentos de Sacatepéquez, Guatemala, Santa Rosa y Escuintla. Dentro de ella esta ubicada la parte Sur del valle de Guatemala y Escuintla, también esta dentro de ella el Lago de Amatitlán y los puertos

de San José e Iztapa, que son algunos de los lugares de mayor atractivo para el Turismo Local.

Tiene un área aproximada de 2,780 Km.; siendo la más extensa de la vertiente Sur. Su punto más elevado de 3760 m.s.n.m; y está en el cráter del Volcán de Agua.

En la divisoria superficial de la cuenca, se encuentran también las Lagunas de Calderas y el Pino.

La cuenca del río Maria Linda tiene dos brazos principales que son el Río Michatoya y el Río Aguacapa, que al unirse forman el Río Maria Linda en la planicie costera (**Fig. No. 37**). Su topografía es montañosa en el norte, hasta el límite sur del valle de Guatemala, localizado en Palín, y la de una planicie costera al sur de esta zona (**Fig. No. 38**).

Existe en el área una buena red de carreteras pavimentadas, ya que es atravesada por la CA-1, CA-2 y CA-9 y por una red de caminos vecinales, algunos de los cuales son también asfaltados. Cuenta con una vía férrea que une las poblaciones de Guatemala, Villa Canales, Amatitlán, Palín, Escuintla y el puerto de San José, así como una que une a Escuintla con la frontera mexicana. Los servicios como educación, energía eléctrica, agua potable y asistencia social por regla general existen en las principales poblaciones de la zona. Su población, fuera de los dos principales centros urbanos ya mencionados, está dedicada en su mayor parte a la agricultura (**Fig. No. 39**) y en menor grado al comercio y a la industria.

El río San Benito es una microcuenca que es afluente del río Michatoya, el cual desemboca en la cuenca del río Maria Linda. (Entrevista personal con el Ing. Del Cid)

## **6.4.2 ASPECTOS GENERALES SOBRE CUENCAS**

### **6.4.2.1 DEFINICION DE CUENCA:**

- Depresión natural o valle de fondo plano o cóncavo, separada de otras por divisiones de aguas y formada por un conjunto de pendientes inclinadas hacia un mismo curso de circulación de agua superficial, en el que vierten sus aguas ríos y quebradas (Herrera, 1992).
- En el análisis hidrológico de una cuenca, las características, fisiográficas de la misma son muy importantes. El área de la cuenca, la pendiente, la longitud del curso principal, la densidad de la red de drenaje, los suelos y la cobertura vegetal, son algunos de los parámetros más importantes (Roldan).
- Las cuencas reciben agua en forma de precipitaciones como parte del ciclo del agua (ciclo hidrológico). Algunas precipitaciones regresan a la atmósfera una vez que han sido captadas por la vegetación y se han evaporado en la superficie de las hojas y ramas. La mayor parte se pierde por la evaporación que tiene lugar en el suelo y por la transpiración de las plantas. En los climas áridos y semiáridos es habitual que todas las precipitaciones se consuman de esta forma; la escorrentía sólo ocurre en ocasiones, después de fuertes tormentas. La escorrentía depende, además de la tasa de evaporación, de la pendiente del terreno, de la naturaleza de las rocas y de la presencia o ausencia de manto vegetal. Cuando las precipitaciones superan a la pérdida debida a la evaporación y transpiración, el excedente de agua sigue su curso en el sistema de drenaje y corre sobre la superficie del terreno. Sin embargo, su avance no es uniforme; es posible que las aguas se acumulen en lagos, suelos o como parte de las aguas subterráneas durante largos periodos antes de fluir finalmente como escorrentía hasta alcanzar el canal de la cuenca. (Enciclopedia Encarta Microsoft 2001)

### **6.4.3 ASPECTOS GENERALES SOBRE RIOS**

#### **6.4.3.1 DEFINICION DE UN RIO**

Los ríos, riachuelos, arroyos y quebradas son ecosistemas acuáticos de aguas corrientes o lóaticas, asociadas comúnmente a lugares de erosión, de transporte y sedimentación de materiales. Aunque las corrientes hacen parte de los sistemas terrestres en casi todos los lugares del mundo, éstas solo cubren del 1% de su superficie.

El agua que transporta los ríos esta íntimamente ligada al ciclo hidrológico del agua que cae como lluvia o nieve, solo una porción llega hasta los cauces de los ríos, parte se evapora directamente de las rocas, el suelo, y la vegetación; una parte es tomada por las plantas o a través de las raíces; y otra parte entra como agua subterránea (Roldan, 1992).

Los ríos tienen numerosos orígenes. En regiones volcánicas, la deposición de lava puede formar canales a lo largo de los cuales, se encauza el agua proveniente de la lluvia o deshielo.

La mayoría de los ríos se forma por la excavación provocada por la fuerza de la corriente sobre el terreno. El agua de lluvia busca las depresiones naturales y comienza a labrar las áreas mas vulnerables hasta llegar a las partes mas bajas y los valles. Mientras mayor sea el volumen del agua y mayor la pendiente, mayor será la erosión y la formación de tributarios de varios órdenes.

La capacidad ambiental de un curso es mayor en la medida en que incrementa su caudal, siendo así que éste aumenta de sequía a lluvias y de la cuenca alta a la baja (Roldan, 1992).

La clasificación de corrientes en los ríos se hace con relación a sus tributarios, área de drenaje y longitud total.

Las corrientes de tipo uno, son aquellas terminales más jóvenes que no poseen tributarios, las corrientes tipo dos son las que se forman por la unión de al menos dos tributarios; la corriente tipo cuatro por dos y tres, y así sucesivamente.

#### **6.4.3.2 CONTAMINANTES DE ORIGEN FISICO QUIMICOS**

La contaminación física se debe a la presencia de características físicas que exceden a los niveles normales.

Entre estas características se pueden considerar: el color, el olor, el sabor, la turbidez, la temperatura, y dureza del agua.

La contaminación química se produce cuando sustancias químicas se acumulan en un sustrato dado en concentraciones que exceden a niveles normales.

El origen de la acumulación de estas sustancias puede ser provocado por el hombre debido a sus actividades. Ejemplo es el caso de ciertas industrias como la minería y la fundición; prácticas agrícolas con el uso y abuso de algunos fertilizantes entre otros.

Los contaminantes químicos también pueden proceder de fuentes naturales como por ejemplo las provocadas por erupciones volcánicas, dentro de las sustancias químicas se pueden mencionar el amoníaco, el hierro, manganeso, oxígeno, cloruros, nitratos, nitritos, sulfatos, entre otros.



### **6.4.3.3 ENFERMEDADES DE ORIGEN HIDRICO**

Algunos organismos patógenos encuentran en el agua, un medio ecológico muy favorable para subsistir.

El agua es el medio por el cual se transmiten diversas enfermedades que afectan directamente el sistema digestivo, estas pueden ser Bacterianas, Protozoarias (amebas), Virales y Helmintiasis (parásitos).

Las enfermedades que pueden ser transmitidas a través del agua, son denominadas de origen hídrico.

### **6.4.4 GENERALIDADES DE PARAMETROS FISICO-QUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS**

#### **6.4.4.1 DUREZA**

La dureza es la concentración total de iones metálicos bivalentes en el agua, principalmente iones de calcio y de magnesio, también expresada como miligramos por litro de carbonato de calcio. La dureza en aguas naturales es derivada de la disolución de la piedra caliza. El calcio y el magnesio son elementos importantes en la productividad de sistemas acuáticos naturales y de sistemas acuícolas. No se entiende bien el papel específico de estos iones en la producción de peces y camarones. (Meyer, D. 2004)

#### **6.4.4.2 ALCALINIDAD**

La alcalinidad es la concentración total de bases en el agua expresada en miligramos por litro o partes por mil de carbono de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ). Las especies químicas importantes en la alcalinidad de aguas naturales son el

bicarbonato ( $\text{HCO}_3$ ) y el carbonato ( $\text{CO}_3^{-2}$ ). Sencillamente, la alcalinidad es una medida de la capacidad de una muestra de agua de resistir cambios en el porcentaje de iones de hidrógeno (pH). En aguas conteniendo una mayor concentración de bases (bicarbonato+carbonato) habrá una mayor capacidad de amortiguamiento natural, y el agua sufrirá cambios menos drásticos en su pH. El bicarbonato es un excelente amortiguador de pH en aguas naturales. (Meyer, D. 2004)

#### **6.4.4.3 pH**

Designa el logaritmo de base 10 del recíproco de la concentración del ion Hidrógeno ( $\text{H}^+$ ). La concentración excesiva de ion ( $\text{H}^+$ ) puede afectar adversamente el agua para uno o más usos benéficos. El ion ( $\text{H}^+$ ) está íntimamente ligado a las concentraciones de muchas otras sustancias, particularmente las débilmente dissociables, ácidos y bases. (Meyer, D. 2004)

#### **6.4.4.4 DIOXIDO DE CARBONO**

El dióxido de carbono esta presente en la atmosfera en baja concentración (0.03%), y es muy soluble en el agua. El dióxido de carbono en el agua es el producto de la respiración aeróbica de los organismos, tanto de las plantas como de los animales.

El dióxido de carbono es utilizado por las plantas verdes en fotosíntesis. En aguas fértiles, las algas realizan toda o la gran mayoría de la actividad fotosintética.

Los peces pueden tolerar concentraciones elevadas de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) en el agua, mientras hay suficiente oxígeno para su respiración. Pueden sobrevivir hasta concentraciones de 60 ppm de dióxido de carbono.

Lamentablemente en la piscicultura, cuando se experimenta concentraciones elevadas de dióxido de carbono en el agua, casi siempre el oxígeno esta presente en concentraciones mínimas (<1.00 ppm), Meyer, 2004.

El dióxido de carbono interfiere con el normal proceso de absorción de oxígeno por los peces. La acumulación de dióxido de carbono en el agua indica muchas veces, una cesación del proceso fotosintético en el estanque. En estas circunstancias, no habrá producción de oxígeno por el fitoplanctón y en seguida, no habrá suficiente oxígeno para la respiración de los peces.

Los problemas con altos niveles de dióxido de carbono son comunes cuando existe una floración exagerada de algas en el estanque. Si ocurre una mortalidad de estas algas, resultara en niveles particularmente elevados de dióxido de carbono en el agua, debido a la falta de una producción de oxígeno por fotosíntesis, y una aumentada liberación de dióxido de carbono por el proceso de descomposición de las algas muertas. (Meyer, D. 2004)

#### **6.4.4.5 NITRATOS**

Los nitratos constituyen una de las principales formas en las que se puede encontrar el nitrógeno en el agua. Este compuesto es el producto final de la descomposición del nitrógeno orgánico realizado por las bacterias Nitrobacter. El nitrógeno, tiene como fuente principal el nitrógeno atmosférico, y regresa al medio a través de la descomposición de la materia orgánica (Margalef, 1986).

Los valores de nitratos suelen variar según la época del año, ya que las plantas suelen utilizar todas las formas disponibles de nitrógeno, por lo que el mismo puede agotarse en verano y primavera en las capas superficiales.

La contaminación orgánica, industrial y agrícola constituyen las fuentes mas importantes de nitrógeno y fósforo en el agua y es la principal responsable de los fenómenos de eutroficación en lagos, embalses y ríos (Margalef, 1986)

#### **6.4.4.6 NITRITOS**

Están usualmente presentes en concentraciones extremadamente bajas en las aguas de superficie.

Aunque el ion  $\text{NO}_3$  es una de las especies transitorias en el ciclo del Nitrógeno (N) su valor como indicador de polución por material orgánico, hace necesario el análisis de nitritos, cuya presencia en grandes cantidades en las aguas de superficie, puede indicar polución por desagües.

Desde el punto de vista toxicológico, las consideraciones aplicables a los nitratos, se aplican también a los nitritos presentes en el agua para beber. (Arroyo, 1984)

#### **6.4.4.7 BICARBONATOS Y CARBONATOS**

Las aguas de superficie y las aguas subterráneas varían ampliamente en su concentración de ion Bicarbonato ( $\text{HCO}_3$ ), a menudo, la especie iónica predominante presente.

Puede haber una variación diurna considerable en la concentración de bicarbonato y carbonato en las aguas que tienen gran actividad fotosintética; el sistema buffer Bicarbonato-carbonato ( $\text{HCO}_3/\text{CO}_3$ ) sirve como una reserva de fuente de carbono para la fotosíntesis. (Arroyo, 1984)

#### **6.4.4.8 FOSFATOS**

Además de los fosfatos inorgánicos, una significativa fracción del fósforo en las aguas naturales y de desecho, puede estar presente en compuestos fosforados orgánico de origen biológico. Se sabe que los fosfatos fomentan como sustancia nutritiva, la proliferación de organismos. Una gran proporción del Fósforo (P) en las aguas de superficie se origina de afluentes de desecho municipal. (Arroyo, Aida 1984)

#### **6.4.4.9 TEMPERATURA**

Cuando se evalúa la temperatura de alguna sustancia, se está midiendo la cantidad de energía que contiene. Las sustancias mas calientes, contienen mas energía. Al enfriarse la sustancia pierde energía, lo cual es percibido como bajar su temperatura. En cuerpos naturales de agua los cambios de temperatura son graduales debido al valor elevado del calor específico del agua.

Los peces y camarones son considerados como: organismos heterotérmicos o poiquilotérmicos (de sangre fría). Ellos no pueden mantener una temperatura elevada y constante en sus cuerpos. Así la temperatura en sus cuerpos es una reflexión de la temperatura del agua donde vive. La temperatura corporal de peces y camarones influye en gran parte en su tasa metabólica y ritmo de crecimiento. Además, son animales adaptados a medios que sufren cambios graduales de temperatura. Los peces y camarones tropicales, o de lugares cálidos, se desarrollan mejor en agua con una temperatura entre 25-32° C. En lugares con climas tropicales o subtropicales, la temperatura del agua se mantiene dentro de este rango, durante todo o la mayor parte de cada año.

## 6.5 EXAMEN MICROBIOLÓGICO

### 6.5.1 DETERMINACIÓN DE COLIFORMES TOTALES Y FECALES

El examen microbiológico del agua consiste en la identificación de las bacterias coliformes totales y fecales, las cuales pueden encontrarse dentro del agua causando infecciones intestinales en las personas y por ello es necesario realizar la investigación de las mismas, para prevenir o dar la voz de alerta. Las bacterias que se encuentran en el agua pueden agruparse en tres clases: Bacterias naturales del agua, bacterias del suelo y bacterias de origen intestinal.

El grupo de bacterias coliformes comprende todos los bacilos aerobios y anaerobios facultativos, no esporulados que producen ácido y gas al fermentar la lactosa.

Como coliformes totales se conocen a todas las entero bacterias no patógenas que habitan en el intestino de los animales, y en otros hábitats.

Las coliformes totales además de encontrarse en el intestino, se encuentran mas abundantemente en granos y plantas, pero tambien en el material fecal, como por ejemplo la *Enterobacter aerogenes*.

En las coliformes fecales se conoce específicamente a *Escherichia coli* debido a que ésta bacteria se encuentra en las heces fecales de todos los animales. Se estima que una persona promedio excreta al día miles de millones de estos organismos. La presencia de coliformes fecales es una señal de alarma pues ha sido contaminada el agua peligrosamente. (Gil, 2005. Entrevista personal)

## 6.6 OBJETIVOS

### 6.6.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar la calidad del agua del río San Benito para uso potable y para la acuicultura.

### 6.6.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- \* Analizar los parámetros físicos, químicos y microbilógicos del río San Benito.
- \* Señalar los puntos críticos en donde el agua del río San Benito, pueda estar siendo contaminada.
- \* Caracterizar Morfométricamente la Microcuenca del río San Benito.

## 6.7 METODOLOGIA

### 6.7.1 UBICACIÓN GEOGRAFICA

De acuerdo a los Mapas Cartográficos R. 2059 III utilizados en esta investigación preliminar; la microcuenca del “Río San Benito” (**Fig. No. 33**) es una de todas las ramificaciones de la Cuenca del “Río María Linda”; ubicada entre los límites departamentales de Sacatepequez, Guatemala, Santa Rosa y Escuintla., con un área aproximada de 2,780 Km. Su punto más elevado es de 3760 msnm.

Existe en el área una buena red de carreteras pavimentadas, ya que es atravesada por la CA-1, CA-2 y CA-9 y por una red de caminos vecinales.

### 6.7.2 DISEÑO DE MUESTREO

Se realizó un muestreo sistemático el cual se define como, muestreo que se realiza a cada cierta de distancia. En el caso del río San Benito, se hizo una estimación por intervalo y no una estimación puntual.

Para determinar el número de muestras se tomó como base el rango de aceptación de la dureza total, se podía tomar otro parámetro, pero el de la dureza es el que se realiza con mas frecuencia y el rango de aceptación es más amplio que el de cualquier otro parámetro.

La fórmula utilizada fue la siguiente: 
$$N = \frac{(N) (S)^2}{(N-1) (B)^2 + (S)^2} Z^2$$

Donde:

$N$  = número de muestras

$N$  = tamaño de la población

$S^2$  = varianza aproximada

$B$  = error aproximado

$Z$  = valor de la distribución normal = 1.96

Se utilizó un nivel de confianza igual al 95%.

$N = 830$  mts (tamaño del río San Benito desde la subdivisión con Aquapark, hasta la compuerta principal de riego).

La varianza aproximada “S” se calculó en base al rango de aceptación de la dureza total la cual es de 100 mg/l – 500 mg/l para agua potable, tomándose el dato del producto de la resta de 500 – 100 siendo el resultado 400.



El error "B" se eligió en base a la experiencia y criterio de los investigadores debido a que en todo muestreo, existe un rango aceptable de error y este rango es de 10.

Al operar los datos de la ecuación, el resultado fue  $N = 4$ .

Para conocer a cada cuantos metros se debe muestrear, se dividió 830 y el resultado fue de 207.5 mt. 4

Es decir que se muestreó cada 200 metros aproximadamente.

### **6.7.3 DESCRIPCION DE LA INVESTIGACION**

La investigación se realizó en tres fases:

- Fase de Campo
- Fase de Laboratorio
- Fase de Gabinete

#### **6.7.3.1 FASE DE CAMPO**

##### **6.7.3.1.1 Reconocimiento del área**

Se realizó un recorrido de la trayectoria del Río San Benito en 830 metros, divididos en cuatro puntos distintos de muestreo, definiéndose en base a una estadística sistemática.

##### **6.7.3.1.2 Medidas Morfométricas del Río**

Se tomaron las siguientes medidas morfométricas del río San Benito: **(Fig. No. 34)**

- Caudal, es el total de agua de una corriente que pasa por un punto en un determinado período de tiempo. Se expresa como:

$$Q = \frac{wda}{t} = m^3/s$$

Q = caudal

w = anchura del río

d = profundidad x del río

a = coeficiente que varía si el cauce es rugoso o liso

l = distancia recorrida por el objeto flotante

t = tiempo recorrido por el objeto

- Velocidad, es la distancia que una masa de agua recorre en una unidad de tiempo, medida en m/s.
- Longitud, es la distancia longitudinal con tramos con un rotómetro o un cartómetro
- Área, el área superficial de un río es la medida de la superficie del agua expuesta, se expresa como área transversal, se obtiene multiplicando profundidad promedio por anchura promedio.
- Profundidad, línea del talwey o línea de la profundidad máxima.

$$Z \text{ (media)} = \frac{A \text{ (área)}}{w \text{ (ancho)}}$$

#### **6.7.3.1.3 Medición de Parámetros Físicos**

Los parámetros físicos que se tomaron son los siguientes:

- T°
- Transparencia (disco recchi)

#### **6.7.3.1.4 Toma de muestras para análisis Físico-químicos y Microbiológicos del agua**

Parámetros Químicos:

- pH, se midió con el método colorímetro
- NitroVer<sup>R</sup>5 / Catálogo 21061-64, se midió con un equipo Hach modelo DR 890
- NitriVer<sup>R</sup>2 / Catálogo 21075-69

- Sulfatos se midió con Sulfa Ver 4 Catálogo 12065-99
- Alcalinidad se midió con Ácido sulfúrico normal, solución de fenoltaleina y solución de anaranjado de metilo.
- Dureza se midió con Negro de ericromo T, ácido etilniamico tetracético disódico (EDTA) 0.01 molar.

Los puntos seleccionados fueron

- Punto 1. Antes de la presa (10 mts)
- Punto 2. Primer nacimiento de agua dentro del río San Benito
- Punto 3. Último nacimiento dentro del río San Benito
- Punto 4. Compuesta principal



Fig. No. 33 Vista del Río San Benito



Fig. No. 34 Participantes en la toma de muestras.

#### **6.7.3.1.5 Procedimiento para la recolección de muestras.**

Las muestras de agua se colectarán en botellas plásticas de 1,000 ml., y frascos de vidrio de 100 ml., esterilizados, identificados con el número de muestra, fecha y hora del muestreo.

La toma de muestras es bajo las siguientes indicaciones:

- Cuatro muestras de 1,000 ml., en botellas plásticas para el análisis de nutrientes.
- Cuatro muestras de 100 ml., en frascos de vidrio estériles para los análisis microbiológico.
- Las muestras no se deben contaminar al momento de ser tomadas.

- Se transportaron en hielo.
- Se analizarán en ese mismo día.

### **6.7.3.2 FASE DE LABORATORIO**

#### **6.7.3.2.1 Análisis Microbiológico**

Las muestras se analizarán en el laboratorio de Química del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura –CEMA- de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Los exámenes bacteriológicos del agua, se hacen por medio de NMP (modelo estadístico) para C Totales y Fecales, el proceso se inicia con el cultivo de la muestra de agua en nueve tubos de fermentación, conteniendo una campanilla de Durham para atrapar el gas, en el medio de Lauril sulfato, que permite el enriquecimiento multiplicativo de las bacterias para estimular su metabolismo y producir gas. Los nueve tubos son réplicas en triplicado de diluciones de la muestra, cuya combinación de probabilidad en función de gas producido, establece un estimado de la cantidad de células originales que se ha reproducido, en un período de 48 horas a 37°C. Los tubos con gas positivo se someten a un proceso de confirmación en un medio más selectivo como el Bilis Verde brillante, en el que se desarrollan específicamente las coliformes totales, cuando se les incuban a 37°C y las coliformes fecales en una réplica incubada a 44°C. La diferencia de temperatura establece la diferencia entre uno y otro grupo, dada la termofilidad de *Escherichia coli* y su capacidad de desarrollarse aún en condiciones más limitantes. Una de las modificaciones más recientes es la introducción de los medios Fluorocult (Merck Darmstad) que contiene un compuesto que es sustrato aprovechado exclusivamente por enterobacterias como *Escherichia coli*, *Shigella* spp. *Salmonella* spp, que poseen la enzima glucoronidasa para liberar enzima fluorescente.

### **6.7.3.3 FASE DE GABINETE**

#### **6.7.3.3.1 Recursos**

##### **6.7.3.3.1.1 Recursos Humanos**

Asesora:

\* Licda. Norma Gil de Castillo.

Investigadora:

T.U.A. Martha Hernández de Valle

##### **6.7.3.3.1.2 Recursos Físicos**

- Biblioteca Central de la Universidad de San Carlos
- Biblioteca del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura
- Biblioteca de la Facultad de Agronomía
- Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología - INSIVUMEH -
- Laboratorio de Química del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura -CEMA-

##### **6.7.3.3.1.3 Materiales y Equipo**

- Agua destilada
- Agua potable
- Algodón
- Cámara fotográfica
- Cloro
- Computadora e impresora
- Equipo de Hatch

- Equipo de laboratorio (tubos de ensayo, mechero, mascarillas, pipetas, gradias, campanillas de Durham, lentes, erin meyer)
- Frascos plásticos de 1000 ml., con tapadera
- Frascos de vidrio estériles de 100 ml., con tapadera
- Guantes de latex
- Jabón antibacterial
- Jabón líquido
- Material de oficina (lápiz, lapiceros, calculadora, marcadores, cinta adhesiva, engrapadora, clips, hojas)
- Papel craft
- Papel mayordomo
- Reactivos:
  - Fosfatos Phos Ver 3
  - Sulfatos Sulfa Ver 4
  - Nitrito Nitri Ver 2 - Nitrito 3
  - Nitrato Nitra Ver 5
  - Alcalinidad Acido Sulfúrico Normal 0.02, solución de fenoltaleína y solución de anaranjado de metilo
  - Dureza Negro de Ericromo T, ácido etileniámico tetracetico disodico (EDTA) 0.01 molar
  - Dioxido de Carbono fenoltaleina, hidroxido de sodio 0.045 y N
  - Temperatura termómetro de campo
  - Coliformes medio de cultivo = caldo verde brillante bilis lactosa (BRILA), caldo laurilsulfato para microbiología

## 6.8 RESULTADOS Y DISCUSION

### 6.8.1 Resultados Morfométricos del Río San Benito

- \* Profundidad media 15.8 cm.
- \* Caudal 19.4 m<sup>3</sup> / segundo
- \* Longitud 135 m
- \* Longitud del cauce principal 3,478 m
- \* Tributarios 0
- \* Orden de corrientes 1
- \* Pendiente media de la cuenca 9.915%
- \* Longitud acumulada de corrientes 3.478 Km.
- \* Pendiente del cauce principal 2.16%
- \* Área de la cuenca 2.1178 km<sup>2</sup>

**CUADRO No. 2** Dureza “Río San Benito”, Finca Santo Tomás, Escuintla

Muestra	Dureza	Dureza
Nº	Monitoreo 1	Monitoreo 2
1	100 ppm	80 ppm
2	100 ppm	41 ppm
3	60 ppm	42 ppm
4	40 ppm	46 ppm

La dureza es producida por carbonatos de Ca y carbonatos de Mg. Por la concentración de la dureza se infiere que el agua es altamente productiva.

Las aguas con bajo valor de dureza se llaman aguas blandas y son biológicamente poco productivas.

Por el contrario aguas con altos valores de dureza se denominan duras y por lo general son muy productivas. Por la concentración que se reporta en el agua del río San Benito, se concluye que es agua con dureza intermedia.

**CUADRO No. 3** Alcanilidad “Río San Benito”, Finca Santo Tomás, Escuintla

Muestra	Alcalinidad mg/l	Alcalinidad mg/l
Nº	Monitoreo 1	Monitoreo 2
1	250	87.5
2	200	100
3	150	100
4	100	162.5

La alcalinidad del agua es una medida de su capacidad para neutralizar ácidos, es decir que el agua esta identificando la capacidad bufer del mismo. Al relacionar Alcalinidad con pH, se observa que el pH es menor que 7, es decir que este cuerpo de agua se puede considerar ligeramente ácido, por lo que la alcalinidad en estas circunstancias, es provocada por el dióxido de carbono y el ácido carbónico.

En el primer monitoreo la alcalinidad en promedio resultó mayor que en el segundo, este cambio se debe al efecto de la dilución por las lluvias.



**CUADRO N°4** pH “Río San Benito”, Finca Santo Tomás, Escuintla

Muestra N°	pH Monitoreo 1	pH Monitoreo 2
1	5	6.5
2	5	6.5
3	5	6.5
4	6	6.5

El pH se encuentra en el rango 6 que es aceptable para la vida, aunque hay una tendencia a ser un pH ácido, ya que el rango de pH recomendable es de 6.5 a 7.5, abajo de 6.5 el pH es ácido y mayor a 7.5 es alcalino.

**CUADRO N°5** Dióxido de Carbono “Río San Benito”, Finca Santo Tomás, Escuintla

Muestra N°	Dióxido de Carbono mg/l Monitoreo 1	Dióxido de Carbono mg/l Monitoreo 2
1	12.48	13.6
2	14.98	14.01
3	12.48	13.1
4	12.48	13.01

El dióxido de carbono tiene la propiedad de generar diversas reacciones químicas en el agua, por lo que se espera amplias variaciones de este gas

dependiendo de la naturaleza del terreno. La cantidad de dióxido de carbono presente en el agua revela el estado trófico del ecosistema.

Se observa que la concentración de dióxido de carbono se mantiene constante, debido al movimiento del río, esto indica que el agua constantemente se esta oxigenando.

**CUADRO N°6** Fosfatos “Río San Benito”, Finca Santo Tomás, Escuintla

Muestra Nº	Fosfatos mg/l Monitoreo 1	Fosfatos mg/l Monitoreo 2
1	0.25	0.45
2	0.33	0.26
3	0.32	0.33
4	0.29	0.43

La Organización Mundial para la Salud (OMS) ha establecido un límite máximo permisible de fósforo en el agua potable, de 1.3 mg/l, la Comunidad Económica Europea (CEE) 2.2 mg/l, mientras la Comisión Guatemalteca de Norma (COGUANOR) no refiere el fosfato como parámetro de calidad del agua. Por los valores reportados el fosfato se encuentra dentro de los rangos aceptables para el agua potable. Así mismo estos rangos no afectan el desarrollo de la vida para especies acuícolas

**CUADRO N°7** Nitratos “Río San Benito”, Finca Santo Tomás, Escuintla

Muestra Nº	Nitratos mg/l Monitoreo 1	Nitratos mg/l Monitoreo 2
1	0.9	5.7
2	3.6	2.6
3	3.3	5.4
4	3.4	5.6

La OMS ha establecido un límite máximo permitido en agua potable de 45 mg/l, al igual que COGUANOR. Mientras que la CEE establece un límite de 10 mg/l. No se dispone de referencias para aguas naturales debido a que la concentración de nitratos en estas dependen de las condiciones particulares de cada ecosistema. Sin embargo aguas naturales superficiales contienen hasta 8 mg/l y aguas naturales no intervenidas, han reportado entre 0.4 y 0.8 mg/l. Las aguas residuales con una gran carga de excretas refieren concentraciones mayores de 150 mg/l de nitrógeno de nitrato. De acuerdo al resultado, las concentraciones de nitratos están bajo los máximos establecidos por lo que se infiere que el agua no contiene excretas, pero se encuentra en un aumento de eutroficación.

**CUADRO N°8** Sulfatos “Río San Benito”, Finca Santo Tomás, Escuintla

Muestra N°	Sulfatos mg/l Monitoreo 1	Sulfatos mg/l Monitoreo 2
1	4	3
2	3	4
3	6	4
4	5	4

El rango de aceptación de sulfatos se encuentra entre 200 y 400 mg/l, estos químicos actúan como laxantes. Los resultados obtenidos son menores por lo que se puede considerar que la concentración de sulfatos es aceptable.

**CUADRO N°9** Presencia de Nitrito en el “Río San Benito”, Finca Santo Tomás, Escuintla

Muestra N°	Nitrito mg/l Monitoreo 1	Nitrito mg/l Monitoreo 2
1	0.001	1
2	0.007	3
3	0.040	3
4	0.011	3

La OMS, la CEE y COGUANOR han establecido un límite máximo permisible de nitritos en agua potable de 0.01 mg/l.

No se dispone de referencia para aguas naturales debido a que la concentración de nitritos en estas depende de las condiciones particulares de cada ecosistema. Los cuerpos de agua con marcados procesos de eutroficación y aguas residuales presentan concentraciones de nitritos de 0.1-0.5 mg/l. Durante el primer monitoreo de agua del río San Benito los niveles de nitritos eran aceptables, pero al efectuar el segundo se observa que la concentración de los mismos sobrepasó los niveles de aceptación, debido al aumento de lluvias en la región. Éstas lluvias arrastran el nitrito con la escorrentía la cual lleva residuos de fertilizantes, y por el resultado se considera que el agua del río San Benito no es potable.

Además el nitrito es tóxico para las especies acuícolas, por lo que si se desea utilizar el agua para un estanque, es necesario hacer recambios del agua.

**CUADRO N°10** Temperatura del agua del “Río San Benito”, Finca Santo Tomas, Escuintla

Muestra N°	Temperatura °C Monitoreo 1	Temperatura °C Monitoreo 2
1	22.5	22.1
2	22.5	21.1
3	22.0	21
4	22.5	21

La temperatura tuvo un comportamiento uniforme en los muestreos realizados y en todos los puntos de muestreo. Por los resultados obtenidos se considera que la temperatura es aceptable para la vida y el agua es templada.

**CUADRO N° 11** Presencia de Coliformes Totales y Fecales del “Río San Benito”, Finca Santo Tomás, Escuintla

Muestra Nº	Monitoreo 1		Monitoreo 2	
	CT	CF	CT	CF
1	1+	0	0	0
2	1+	0	0	0
3	1+	0	0	0
4	1+	0	0	0

El análisis de coliformes totales y fecales reflejó positivo las coliformes totales no así las coliformes fecales. Por lo que se deduce que existe una contaminación de coliformes totales, para las cuales según la OMS, CEE y COGUANOR se ha establecido un límite máximo de 3 NMP (número mas probable) por dilución (combinación 0-0-0) de ambos tipos de coliformes.

De acuerdo al resultado se considera que las condiciones del agua si son aceptables para su uso potable, agrícola y piscícola, porque no evidencia contaminación fecal.

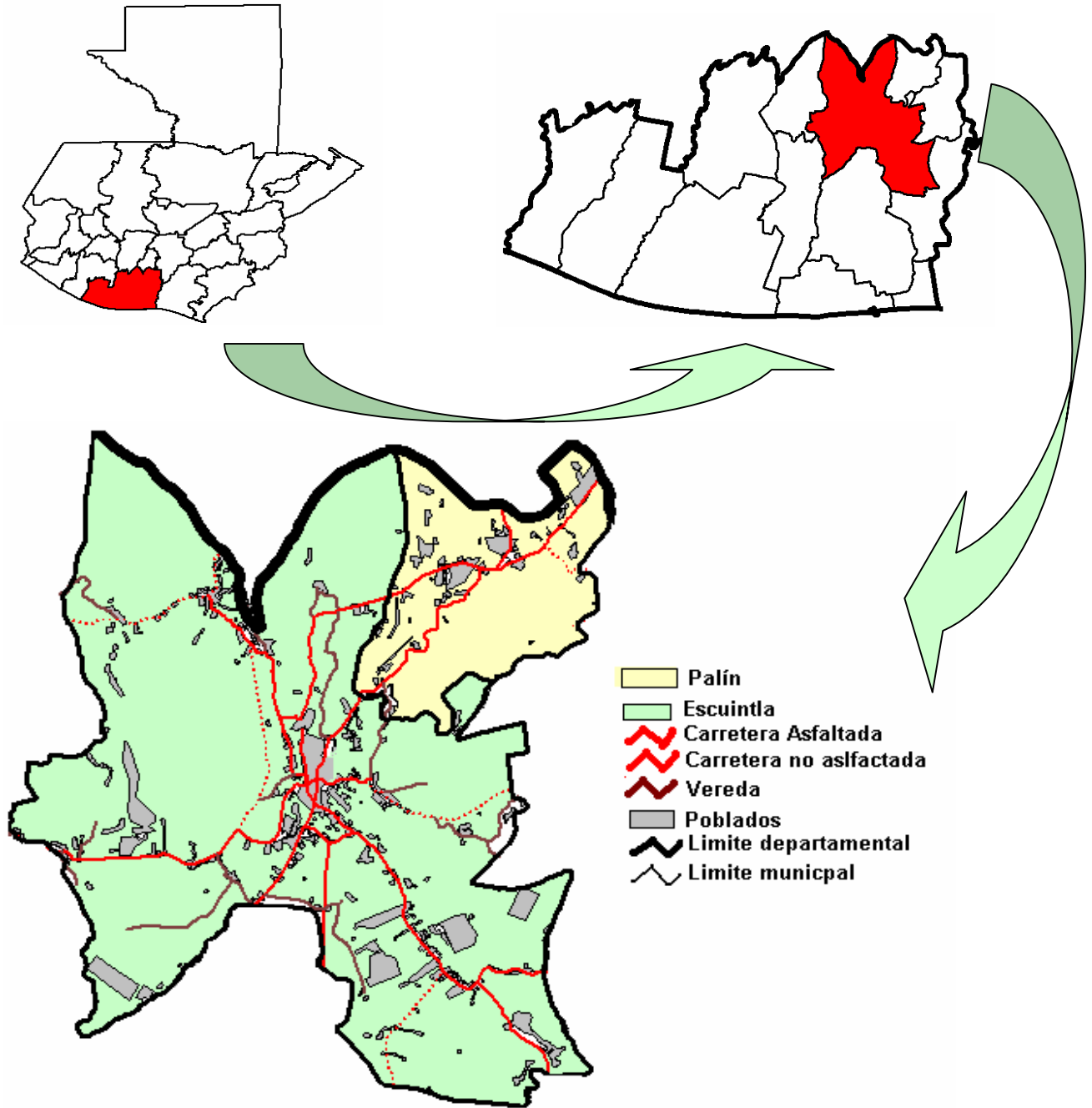
## **6.9 CONCLUSIONES**

- El río San Benito presenta características físico-químicas y microbiológicas que hacen posible su uso en el mantenimiento y desarrollo de la agricultura.
- El agua del río San Benito no es apta para el consumo humano.
- No existen puntos críticos de contaminación dentro de la longitud estudiada del río (830 m)
- Según los parámetros morfométricos el río San Benito, se clasifica como un río pequeño.
- El agua del río San Benito no tiene las condiciones de calidad en el cultivo de productos acuícolas.

## **6.10 RECOMENDACIONES**

- Promover el desarrollo de programas para el uso sostenible del recurso.
- Iniciar actividades de concientización a los usuarios del río, acerca del uso adecuado del mismo.
- Continuar con el proyecto acuícola mediante recambios de agua, para evitar la intoxicación por nitritos de la especie en cultivo
- Por no existir otro recurso hídrico que supla las necesidades de la finca para el consumo humano, deben considerarse medidas de prevención como clorar, filtrar o hervir el agua, ya que en diferentes épocas del año algunos parámetros pueden llevarse a niveles tóxicos causando serios daños a la salud.

## 7. MAPAS

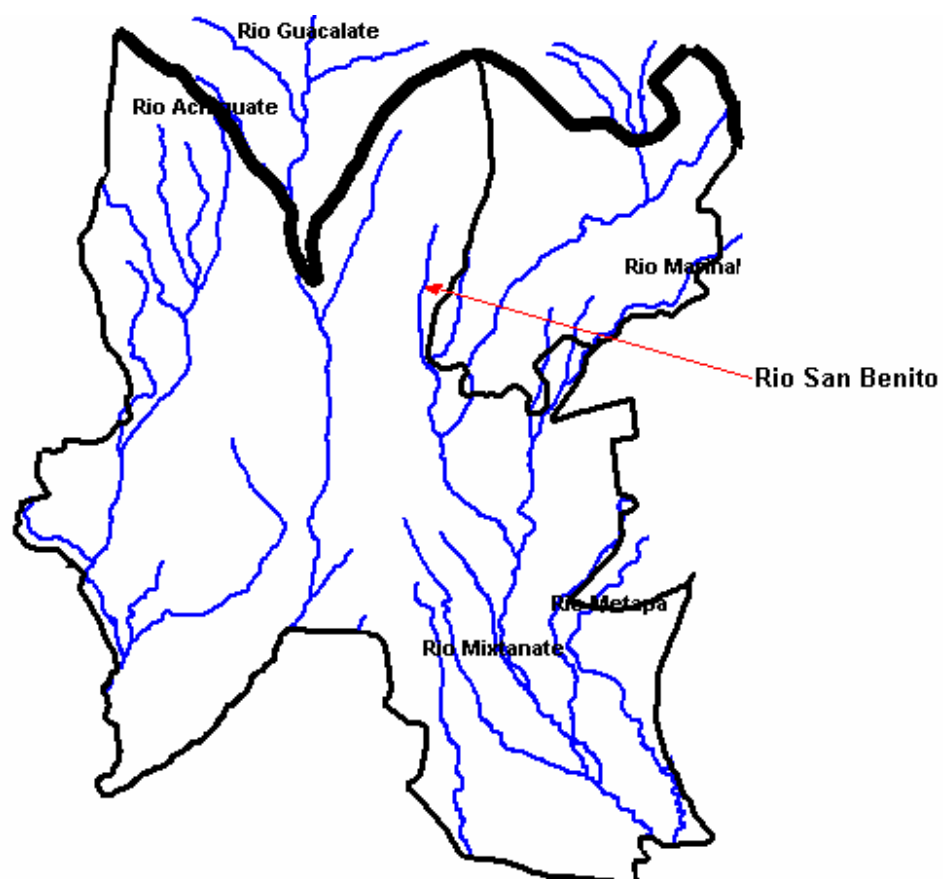


**Figura No. 35**

Mapa de ubicación general de la Microcuenca del Río San Benito



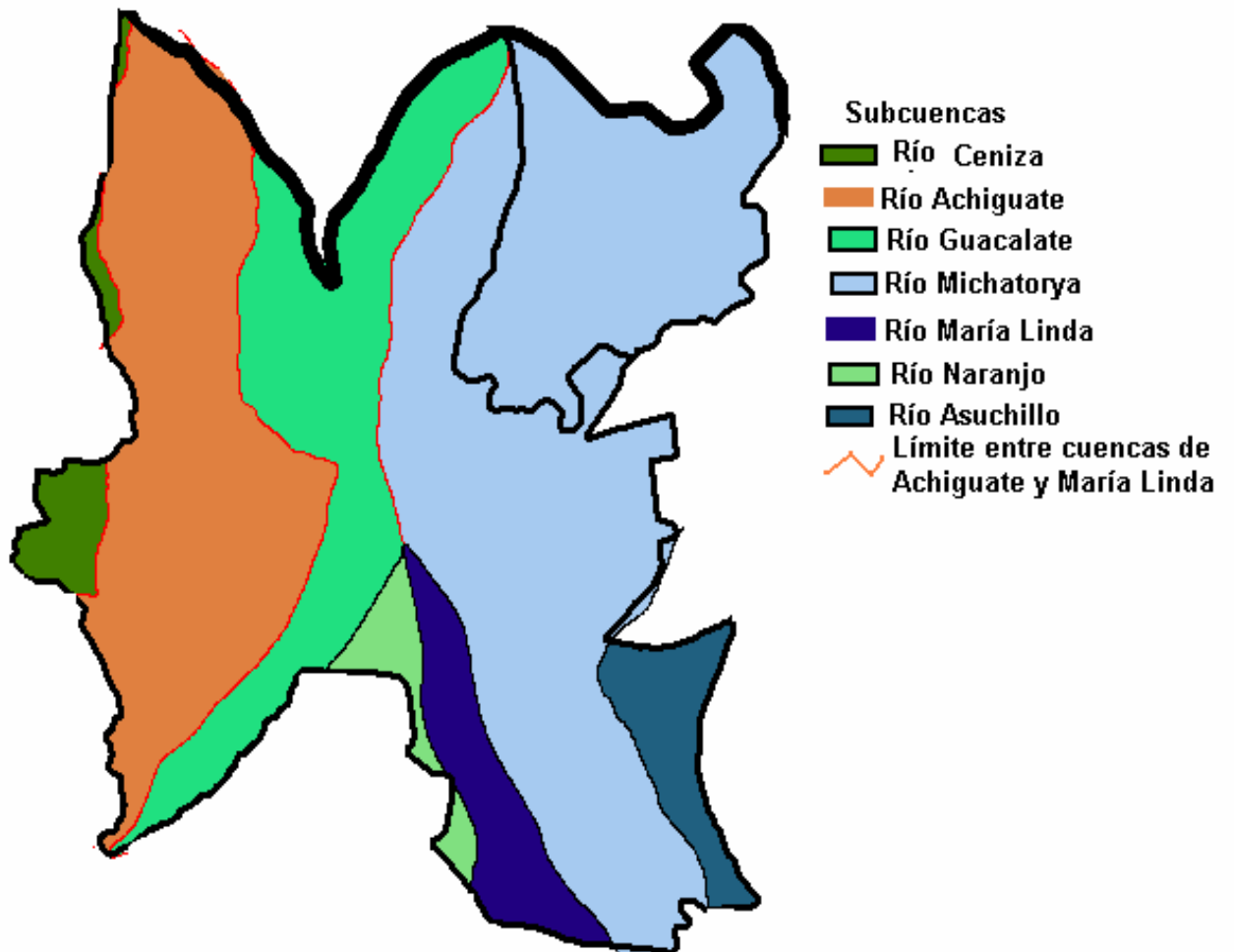
## Río San Benito



**Figura No. 36**

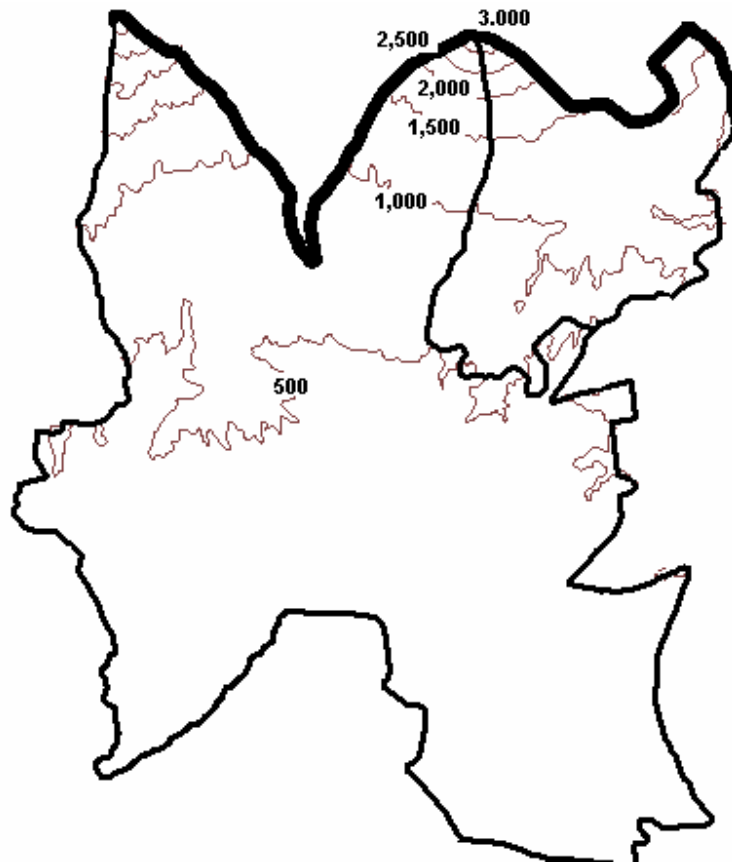
Ubicación específica de la Microcuenca del Río San Benito, que es afluente de la cuenta del Río María Linda

### Cuencas y Sub-cuencas



**Figura No. 37**

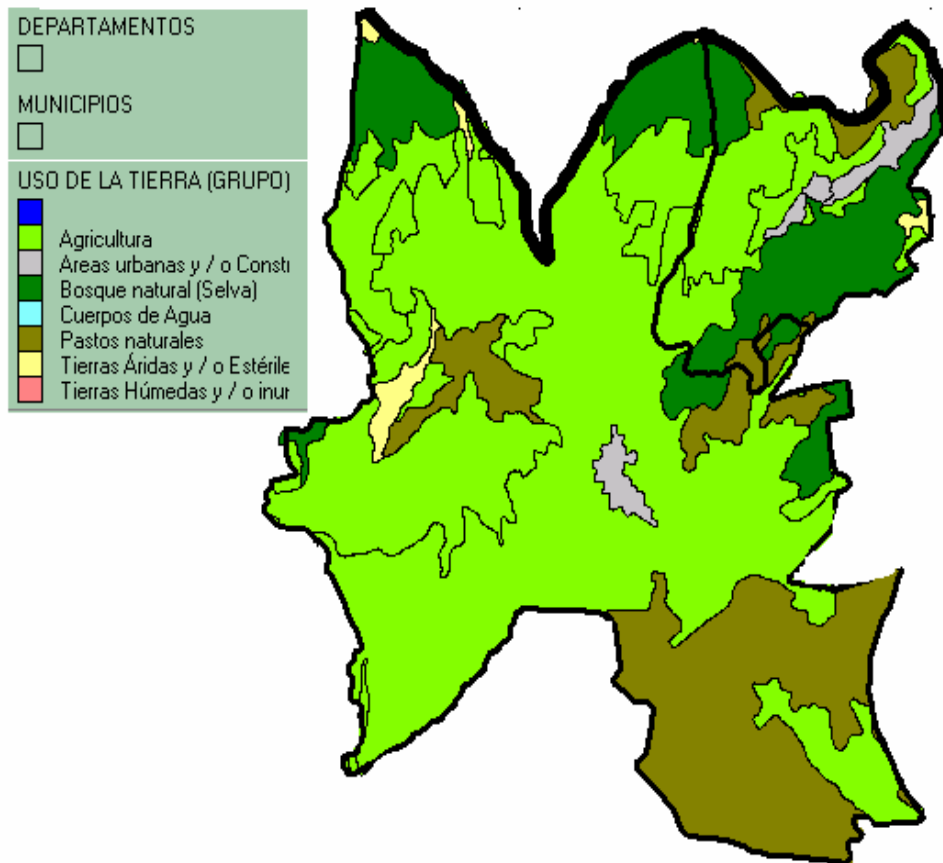
Mapa de las cuencas que enriquecen la productividad hídrica de la microcuenca del Río San Benito.



**Figura No. 38**

Identificación de las curvas a nivel que afectan la microcuencia del río San Benito. Curvas a nivel a cada 500 metros

### Uso actual (1999) de la tierra



**Figura No. 39**

En este mapa se observa el uso agrícola, el bosque natural y los pastos naturales de la microcuenca del río San Benito.

## **8. CONCLUSIONES GENERALES DEL E.P.S.**

- La finca Santo Tomás posee los recursos naturales necesarios para continuar con el proyecto acuícola ya establecida.
- Por medio del Programa de docencia se capacitó a 50 jóvenes de áreas rurales en el cultivo de Tilapia y Camarón de agua dulce.
- El crecimiento de las especies en cultivo en la finca Santo Tomás, es producto de un manejo adecuado del proyecto acuícola.
- Durante el Ejercicio Profesional Supervisado dentro del programa de extensión se proporcionó asistencia técnica en el manejo y comercialización de Tilapia de la Finca San Luis.

## **9. RECOMENDACIONES GENERALES DEL E.P.S.**

- Aumentar y tecnificar los estanques acuícolas para la obtención de mayores beneficios económicos.
- Como continuidad al proyecto acuícola debe incluirse un monitoreo de la calidad del agua del río San Benito.
- Complementar la educación acuícola con prácticas y visitas fuera de la Finca Santo Tomás a otros proyectos similares que contribuyan al desarrollo técnico y teórico aportado en este EPS.
- Fomentar la piscicultura con asesoría técnica del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura, al proyecto.
- Concientizar a los usuarios del Río San Benito sobre el uso sostenible de éste recurso natural.
- El agua del río San Benito, puede ser potable con las normas de prevención adecuadas como clorarla, hervirla o filtrarla.

## 10. BIBLIOGRAFIA

1. Arroyo, A. 1984. Determinación de los niveles de indicadores de contaminación en agua, en las aguas de verano del lago de Amatitlán. Tesis Lic. Químico Biólogo. Guatemala, USAC. 60 p.
2. Baca Urbina, G. 1990. Evaluación de proyectos: análisis y administración del riesgo. 2ª ed. México, McGraw-Hill. 200 p.
3. Franco, A. 1999. Manejo de sistemas integrados de producción acuícola a nivel familiar en la comunidad de San Antonio Buena Vista, Guanazapa, Escuintla. Seminario T.U.A. Guatemala, USAC. 69 p.
4. García, P. 1996. Manejo de recursos naturales. Guatemala s.t.n. 20 p.
5. Gil Rodas, N. 2003. Estudio limnológico de la laguna de Ayarza y el río Los Vados. Guatemala, USAC. 60 p.
6. Gutierrez, A; Iturbide, K. 1994. Evaluación del crecimiento de *Macrobrachium rosenbergii*, a tres densidades en policultivo, con *Oreochromis niloticus* y *Cichlasoma macracanthum*. Seminario T.U.A. Guatemala, USAC. 51 p.
7. Herrera, I. 1995. Manual de Hidrología. Guatemala. 70 p.
8. López, F. 1972. Estudio hidrológico básico de la cuenca del río María Linda. Tesis Ing. Civil. Guatemala, USAC. 130 p.
9. Meyer, D. 2004. Introducción a la acuicultura. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 159 p.
10. Meyer, D. 2002. Producción de tilapias en fincas integradas, utilizando insumos de bajo costo. Manual para productores y productoras. 2ª ed. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 37 p.

11. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2004. Proyecto de Asistencia Técnica y Generación de Información: Mapa de Cuencas de la República de Guatemala, Guatemala CATIE. 8 p.

12. Morales, 2004. Identificación de coliformes totales y fecales en el río Las Vacas, por influencia de vertidos de aguas residuales de la ciudad de Guatemala, durante la época seca y lluviosa. Guatemala.

13. Recinos, T. 1997. Manejo y establecimiento de cultivos acuícolas con sistemas integrados de producción en la comunidad de San Antonio, Buena Vista, Guanazapa, Escuintla. Guatemala, USAC. 56 p.

14. Roldán, G. 1992. Fundamentos de limnología neotropical. Medellín, CO, Universidad de Antioquia. 200 p.

15. García Salas, LA 2004. Factibilidad técnica y económica para el cultivo de tilapia, en el área de Sacatepéquez. Tesis Lic. Acuicultura. Guatemala, USAC. 55 p.



## **ANEXO**

Curso de Piscicultura  
 Programa de Extencionismo Agrícola, de "Casa Joven Santo Tomas", 2005  
 T.U.A. Martha Hernández Girón  
 Epesista, C.E.M.A. U.S.A.C.  
 Carnet No. 9040641  
 Febrero – Septiembre 2005

<b>Grupo No. 1</b>								
<b>Nº</b>	<b>Nombres de Alumnos</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>	<b>Promedio</b>	
1	Julio G. Sandoval	62	89	84	68	80	<b>77</b>	Aprobado
2	Ramon E. Samayoa	65	95	84	70	80	<b>79</b>	Aprobado
3	Elvira Popol R.	100	93	89	83	80	<b>89</b>	Aprobado
4	Marco T. Mayebn G.	100	93	94	88	80	<b>91</b>	Aprobado
5	Francisco J. Gutierrez	71	74	100	87	80	<b>82</b>	Aprobado
6	Oscar A. Morales	70	100	80	83	80	<b>83</b>	Aprobado
7	Elmer Tsalam	48	73	74	67	80	<b>68</b>	Aprobado
8	Gilmer Cadenas	40	77	72	72	80	<b>69</b>	Aprobado
9	Gil Cadenas	26	73	84	73	80	<b>67</b>	Aprobado

**ANEXO No. 1** Cuadros de Notas Curso de Piscicultura, Grupo No. 1

Curso de Piscicultura  
 Programa de Extencionismo Agrícola, de "Casa Joven Santo Tomas", 2005  
 T.U.A. Martha Hernández Girón  
 Epesista, C.E.M.A. U.S.A.C.  
 Carnet No. 9040641  
 Febrero – Septiembre 2005

<b>Grupo No. 2</b>								
<b>Nº</b>	<b>Nombres de Alumnos</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>	<b>Promedio</b>	
1	Rubelino Mayen	60	73	75	55	60	<b>65</b>	Aprobado
2	Gelber Ramírez	74	73	97	66	60	<b>74</b>	Aprobado
3	Santos Gonzales	80	64	70	56	60	<b>66</b>	Aprobado
4	Selvin Arévalo	60	64	68	79	60	<b>66</b>	Aprobado
5	Erick Córdova	60	63	60	64	60	<b>61</b>	Aprobado
6	Byron Ortiz	95	74	80	75	60	<b>77</b>	Aprobado
7	Luis Santa Cruz	85	63	85	71	60	<b>73</b>	Aprobado
8	Luis Carvajal	70	97	100	70	60	<b>79</b>	Aprobado
9	Jonathan Milian	40	52	70	25	60	<b>50</b>	No Aprobado
10	Elvis Samayoa	40	74	93	60	60	<b>65</b>	Aprobado
11	Anibal Pérez P.	70	55	55	56	60	<b>59</b>	No Aprobado

**ANEXO No. 2** Cuadros de Notas Curso de Piscicultura, Grupo No. 2

Curso de Piscicultura  
 Programa de Extencionismo Agrícola, de "Casa Joven Santo Tomas", 2005  
 T.U.A. Martha Hernández Girón  
 Epesista, C.E.M.A. U.S.A.C.  
 Carnet No. 9040641  
 Febrero – Septiembre 2005

<b>Grupo No. 3</b>								
<b>Nº</b>	<b>Nombres de Alumnos</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>	<b>Promedio</b>	
1	Wendy Cermeño	45	88	75	71	60	<b>68</b>	Aprobado
2	Fabricio Gómez	20	52	31	49	60	<b>42</b>	No Aprobado
3	Mildred Sequen	80	97	69	73	60	<b>76</b>	Aprobado
4	Brenda Morataya	80	81	60	82	60	<b>73</b>	Aprobado
5	Abel Sánchez	80	95	60	77	60	<b>74</b>	Aprobado
6	Elmer Sis Sis	65	60	60	93	60	<b>68</b>	Aprobado
7	Jorge García	80	88	70	60	60	<b>72</b>	Aprobado
8	Carlos R. Rivas	65	88	55	50	60	<b>63</b>	Aprobado
9	Leonel Campos	70	60	70	40	60	<b>60</b>	Aprobado
10	William Marchorro	70	80	70	58	60	<b>68</b>	Aprobado
11	Wilfredo Padilla	45	88	65	40	60	<b>60</b>	Aprobado
12	Luis López	80	71	75	19	60	<b>61</b>	Aprobado
13	Edwin Mateo	90	61	68	48	60	<b>65</b>	Aprobado
14	Willian Mateo	70	86	70	42	60	<b>66</b>	Aprobado
15	Johny Coronado	75	80	53	64	60	<b>66</b>	Aprobado
16	Jary Moreno	65	65	650	78	60	<b>66</b>	Aprobado
17	Duilio Moreno	65	73	65	57	60	<b>64</b>	Aprobado
18	Jose del Águila	60	60	60	60	60	<b>60</b>	Aprobado

**ANEXO No. 3** Cuadros de Notas Curso de Piscicultura, Grupo No. 3

Curso de Piscicultura  
 Programa de Extencionismo Agrícola, de "Casa Joven Santo Tomas", 2005  
 T.U.A. Martha Hernández Girón  
 Epesista, C.E.M.A. U.S.A.C.  
 Carnet No. 9040641  
 Febrero – Septiembre 2005

<b>Grupo No. 4</b>							
<b>Nº</b>	<b>Nombres de Alumnos</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>	<b>Promedio</b>
1	Francisco Gutierrez	26	61	66	75	70	<b>60</b>
2	Boris Figueroa	65	100	77	71	70	<b>77</b>
3	Rony Mendoza	95	91	90	92	70	<b>88</b>
4	Mirna del Aguila	25	74	94	54	70	<b>63</b>
5	Jeferson Carpio	32	55	79	65	70	<b>60</b>
6	Luis A. López L.	47	54	63	75	75	<b>63</b>
7	Adan Sánchez	60	54	60	58	70	<b>60</b>
8	Saúl Sánchez	47	79	65	72	70	<b>67</b>
9	Luis Esquit	47	57	82	73	70	<b>66</b>
10	Brenta Padilla	50	45	85	62	70	<b>62</b>
11	Mariela Soto	80	77	77	86	75	<b>79</b>
12	Jose M. Marchorro	60	78	90	60	70	<b>72</b>

**ANEXO No. 4** Cuadros de Notas Curso de Piscicultura, Grupo No. 4



*El Ministerio de Agricultura,  
Ganadería y Alimentación*

*Otorga el presente diploma a:*

**Marta Hernández**

*Por haber impartido con dedicación y en forma satisfactoria la enseñanza contenida en el Pensum del curso de EXTENSIONISTAS AGROPECUARIOS EN SEGURIDAD ALIMENTARIA, comprendido de los meses de marzo a noviembre del 2,005.*

*Dado en la Finca Santo Tomás, Escuintla, a los 30 días del mes de noviembre del 2,005.*



*Ing. Alvaro Aguilar Prádo*  
Ministro Agricultura, Ganadería y Alimentación.



*Ing. César Augusto Fión Morales*  
Viceministro Seguridad Alimentaria y Nutricional.



UNIDOS, SEGURO VAMOS ADELANTE >>