

**Universidad de San Carlos de Guatemala
Centro de Estudios del Mar y Acuicultura**

**Informe final
Práctica Profesional Supervisada**

**Producción de tilapia *Oreochromis niloticus*, utilizando
energía solar térmica y fotovoltaica, en la Comunidad Nueva
Esperanza de la Aldea Tzapineb, Cobán Alta Verapáz**

**Presentado por:
Luis Pedro de Jesús Nuñez Aguirre**

**Para otorgarle el Título de
Técnico en Acuicultura.**

Guatemala, octubre de 2012

Universidad de San Carlos de Guatemala
Centro de Estudios del Mar y Acuicultura

CONSEJO DIRECTIVO

Presidente	M.Sc. Erick Roderico Villagran Colón
Coordinadora Académica	MSc. Norma Edith Gil Rodas de Castillo
Secretario	M.B.A. Allan Franco de León
Representante Docente	Ing. Gustavo Adolfo Elías Ogaldez
Representante Estudiantil	T.A. José Andrés Ponce
Representante Estudiantil	T.A. Dieter Walther Marroquín Wellmann

ACTO QUE DEDICO

A Dios y a la Virgen María

A mis papás

A mis hermanos

A mis amigos de Aquila

A la Universidad de San Carlos de Guatemala

Al Centro de Estudios del Mar y Acuicultura

A la Comunidad Nueva Esperanza

AGRADECIMIENTOS

A Dios y a la Virgen María que siempre están a mi lado y dándome fuerzas para seguir adelante.

A mis padres, por ese apoyo incondicional que me han brindado.

A mis hermanos, por esos momentos que hemos compartido juntos.

A mis catedráticos, por brindar ese conocimiento tan necesario en mi formación académica.

A la Universidad de San Carlos de Guatemala y al Centro de Estudios del Mar y Acuicultura, por brindarme las herramientas y conocimientos necesarios para desarrollarme en la vida.

A mis amigos y compañeros de clase, Francisco, José Roberto, Marilyn, Kerstin, María José, Marielos, Alerick, Juan Carlos, Omar, Juan, Mario, Rocío, Luis Felipe, Nandy, Cristopher, Michel, Merck, por todos esos momentos que hemos compartido a lo largo de la carrera.

A mis amigos de Aquila, Collage, Llaverito, Pizza, Batidora, Tronitos, Hasha, Angel, Scooteri, Poesía, Tatho, Donec, Tesh, Tron, Howards, Kiloló, Adiposita, Geek, Farara, Trucutu, por haber hecho que mi estadía en Cobán fuera la mejor que pude haber tenido.

RESUMEN

“El Proyecto de Producción de tilapia *Oreochromis niloticus*, utilizando energía solar térmica y fotovoltaica” se ubica en la Comunidad Tzapineb, de la aldea Chicoj, en Cobán, Alta Verapaz. La fase de producción inicia con la siembra de alevines en dos de los seis estanques, la misma se realizó el 16 de septiembre del 2010, esperándose una primera cosecha en febrero del 2011, fecha en la cual inicia la fase experimental con agua a temperatura ambiente y agua calentada mediante energía solar térmica.

En el “El Proyecto Piloto de Seguridad Alimentaria de Explotación Comercial de Tilapia en Comunidades Rurales en Guatemala”, se cuenta con la participación de la Universidad de Cádiz (UCA), la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID) y el Centro de Estudios del Mar y Acuicultura (CEMA).

El proyecto involucra directamente a la comunidad que en su mayoría son mujeres de la etnia Q'eqchi, a las cuales se capacitó y cuya organización se espera que considere la creación de una cooperativa que pueda manejar, explotar y sostener la producción de peces y hortalizas, en un sistema integrado de producción.

En el proyecto se quiere comprobar si en zonas frías, como en el área de Alta Verapaz, se puede aumentar la productividad de una planta piscícola por medio del calentamiento del agua con uso exclusivo de energías renovables, en este caso con el recurso solar. Adicional a esto, se prevé que el agua de descarte procedente de la estación piscícola pueda ser utilizada para irrigar por goteo un huerto comunitario.

El practicante tuvo la oportunidad de realizar sus prácticas directamente dentro de las actividades programadas, como lo fueron en actividades de control y monitoreo de calidad del agua y organismos así como también en la alimentación de los organismos, manejo del alimento y capacitación a las personas de la comunidad.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	
2.1 Objetivo general	2
2.2 Objetivos específicos	2
3. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA UNIDAD DE PRÁCTICA	
3.1 Ubicación geográfica	3
3.2 Condiciones climáticas	3
3.3 Altitud	3
3.4 Zona de vida	3
3.5 Vías de Acceso	4
3.6 Actividades productivas de la Unidad de Práctica	4
3.7 Espejo de agua dedicado a la acuicultura	4
3.8 Objetivo de la producción acuícola	4
3.9 Croquis del área dedicada a la acuicultura	6
4. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS	
4.1 Organigrama	7
5. CARACTERÍSTICAS DE LA FUENTE DE AGUA	
5.1 Fuente	8
5.2 Caudal	8
5.4 Tipos y número de estanques	8
5.5 Tratamiento del agua de desfogue	9
5.6 Manejo general de las piletas	9
5.7 Sistema de registro de parámetros de calidad de agua	9
6. ASPECTOS GENERALES DEL CULTIVO	
6.1 Especies y líneas cultivadas	10
6.2 Características biológicas de la especies y líneas cultivadas	10
6.2.1 Biología	10
6.2.2 Taxonomía	11
6.2.3 Distribución geográfica	12
6.3 Sistema de cultivo y /o proceso	12
6.3.1 Parámetros ambientales	13
6.3.2 Hábitos alimenticios	14
6.3.3 Reproducción	14
6.3.4 Reversión sexual	15
7. MANEJO GENERAL DE LA PRODUCCIÓN ACUÍCOLA	16
7.1 Manejo de la semilla y procedencia	16
7.2 Manejo del engorde	16
7.3 Manejo sanitario	16
8. MANEJO DEL ALIMENTO	17
9. SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN	18
9.1 Alimentadores	18
9.2 Registro de consumo de alimento	18
9.3 Tablas utilizadas	18
9.4 Horario y frecuencia alimenticia	19
9.5 Relación temperatura/alimento	19
9.6 Características nutricionales del alimento vrs. requerimiento del cultivo.	19
9.7 Ganancia diaria de peso	19

9.8 Conversión alimenticia	20
9.9 Peso a la cosecha	20
9.10 Duración del cultivo	20
9.11 Precio de venta	20
10. COSECHA	21
11. COMERCIALIZACIÓN	23
12. CONCLUSIONES	24
10. RECOMENDACIONES	25
11. BIBLIOGRAFIA	26
12. ANEXO	28

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N.1 “Taxonomía de la tilapia gris”	11
Cuadro N. 2 “Tipos de alimentos”	17
Cuadro N.3 “Tipo y cantidad de alimento dado”	18
Cuadro N.3 “Ganancia diaria de peso”	19

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N.1 “Croquis de la Estación Piscícola	6
Figura N.2 “Organigrama de puestos”	7
Figura N.3 “Estanques de la Planta Piscícola	8
Figura N.4 “Jóvenes de la comunidad cosechando	22
Figura N.5 “Comercialización de pescado”	23

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N.1 “Control de temperatura, alimento y pH”	28
Anexo N.2 “Muestreo”	29
Anexo N.3 “Muestreo de siembra”	30

1. INTRODUCCIÓN

El proyecto piloto de seguridad alimentaria de producción comercial de tilapia en comunidades rurales de Guatemala, en Cobán Alta Verapaz, es el primero en Guatemala en incorporar energía solar (fotovoltaica y térmica para bombeo y aumentar la temperatura del agua respectivamente) para el cultivo de Tilapia nilótica, *Oreochromis niloticus*.

Este proyecto pretende verificar si la implementación de energías renovables tiene viabilidad al incrementar la temperatura del agua en un cultivo de engorde de tilapia en zonas frías para su comercialización a pequeña escala o para consumo de la Comunidad Nueva Esperanza, cumpliendo con el objetivo de mejorar la dieta y por ende la calidad de vida de las personas que habitan en la Comunidad.

Se pretende comparar las piletas del invernadero y las piletas donde se utiliza el agua a temperatura ambiente y sus parámetros como las tasas de crecimiento, mortalidad, sobrevivencia y período de cultivo por medio de monitoreos de calidad del agua y muestreos de organismos.

El proyecto piloto, aún en estado experimental, busca capacitar a las personas de la Comunidad Nueva Esperanza sobre el cultivo de la tilapia para que tengan el conocimiento y así, en el futuro, puedan encargarse ellos mismos de la producción comercial y de subsistencia, ya que es un proyecto auto sostenible.

Del producto generado, una porción es comercializada para el beneficio económico de la comunidad y la otra porción no comercializada es para consumo propio de la comunidad para complementar su dieta.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general:

Confrontar al estudiante en el ambiente de trabajo de la Carrera de Técnico en Acuicultura, a través de una práctica directa, en un contexto empresarial o institucional, y un espacio territorial determinado.

2.2 Objetivos específicos:

2.2.1 Proveer la oportunidad de participar en actividades reales propias del Manejo de los Recursos Hidrobiológicos del país, mediante la inserción en la Planta Piscícola del proyecto piloto

2.2.2 Retroalimentar el proceso de enseñanza-aprendizaje mediante la integración de los conocimientos y experiencias teórico-prácticas adquiridas.

2.2.3 Propiciar el desarrollo y ejercicio de los valores morales y éticos en el desempeño profesional.

3. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA UNIDAD DE PRÁCTICA

3.1 Ubicación geográfica.

Producción de tilapia *Oreochromis niloticus*, utilizando energía solar térmica y fotovoltaica tiene una Latitud 15° 27'23", Longitud 90° 22'37". Comunidad Nueva Esperanza de la aldea Chicoj Tzapineb, Cobán, Alta Verapaz. Cobán limita al norte con el departamento de Petén; al sur con los departamentos de Zacapa y Baja Verapaz; al este con el departamento de Izabal; y al oeste con el departamento del Quiché (INSIVUMEH, 2009).

3.2 Condiciones climáticas.

La región es muy lluviosa, incluso solía haber una llovizna perenne, que duraba hasta varios días llamada por los lugareños "*chipi chipi*", hoy en día, debido a la tala de los bosques, este fenómeno es menos común y las temporadas lluviosas son más copiosas pero menos constantes. Cobán posee una temperatura media anual de 19.2°C, una precipitación promedio anual 2335 mm y una humedad relativa anual del 80% (INSIVUMEH, 2009).

3.3 Altitud.

La altitud es de 1316 msnm, y el monumento de elevación se encuentra en la cabecera departamental. Sin embargo, su topografía es en extremo variada, con montañas y cimas que sobrepasan los 3,000 m de elevación y los 100 m de profundidad respectivamente; las tierras bajas que descienden hasta unos 300 metros hacia el departamento de Peten (INSIVUMEH, 2009).

3.4 Zona de vida.

De acuerdo con la clasificación de Zonas de Vida de Holdridge, el departamento de Alta Verapaz presenta 5 Zonas de Vida, siendo la de mayor representatividad la zona denominada Bosque muy Húmedo Subtropical (cálido), que ocupa el 72% de su territorio. Esta zona se caracteriza por una precipitación que va de los 1,587 mm. a 2,066 mm. anuales y altitudes que van desde 80 hasta los 1,600 msnm (Melgar Ceballos, 2008).

3.5 Vías de acceso.

La ciudad dispone de vías de comunicación con todos los municipios del departamento y el resto de la república, pues su carretera tiene ramificaciones para las diferentes zonas. Este sistema de carreteras es transitable en cualquier época del año. También cuenta con un aeropuerto, cuya pista de aterrizaje está asfaltada y algunas pistas de terracería que se encuentran en comunidades o fincas particulares, únicamente para avionetas. El transporte extraurbano lo cubre en su mayoría Transportes Escobar Monja Blanca, con categoría corriente, Pullman y servicio especial (INE, 2002).

3.6 Actividades productivas de la Unidad de Práctica.

- Cultivo de tilapia Nilótica, *Oreochromis niloticus*
- Producción de Energía Fotovoltaica y Solar Térmica

3.7 Extensión y espejo de agua dedicado a la acuicultura.

Espejo de Agua dedicado a la Acuicultura es de 117.81 m² (6 piletas).

3.8 Objetivo de la producción acuícola.

Objetivo General

- Probar a escala piloto la fiabilidad técnica y la viabilidad económica del engorde de tilapia, con apoyo de energía solar para su comercialización a pequeña escala, contribuyendo a los objetivos de desarrollo sostenible exigidos a las actividades acuícolas en las políticas de desarrollo regionales de Guatemala (Secretaría de Estado de Cooperación Internacional, 2008).

Objetivos Específicos

Objetivo específico de carácter técnico:

- Determinar la viabilidad técnica y productiva del empleo de energía solar para las labores de cultivo de tilapia, como bombeo de agua y calentamiento de ésta (Secretaría de Estado de Cooperación Internacional, 2008).

Objetivo específico de carácter ambiental:

- Verificar la idoneidad del uso de energías renovables, solar, en las instalaciones de cultivo de tilapia en Guatemala, como alternativa a otras fuentes de energías menos respetuosas con el entorno (Secretaría de Estado de Cooperación Internacional, 2008).

Objetivo específico de carácter económico y social:

- Extrapolar los resultados de viabilidad técnica, económica y comercial a agentes sociales de Guatemala que puedan incorporar esta tecnología de cultivo a las instalaciones acuícolas existentes o de nueva creación. (Secretaría de Estado de Cooperación Internacional, 2008).

3.9 Croquis del área dedicada a la acuicultura

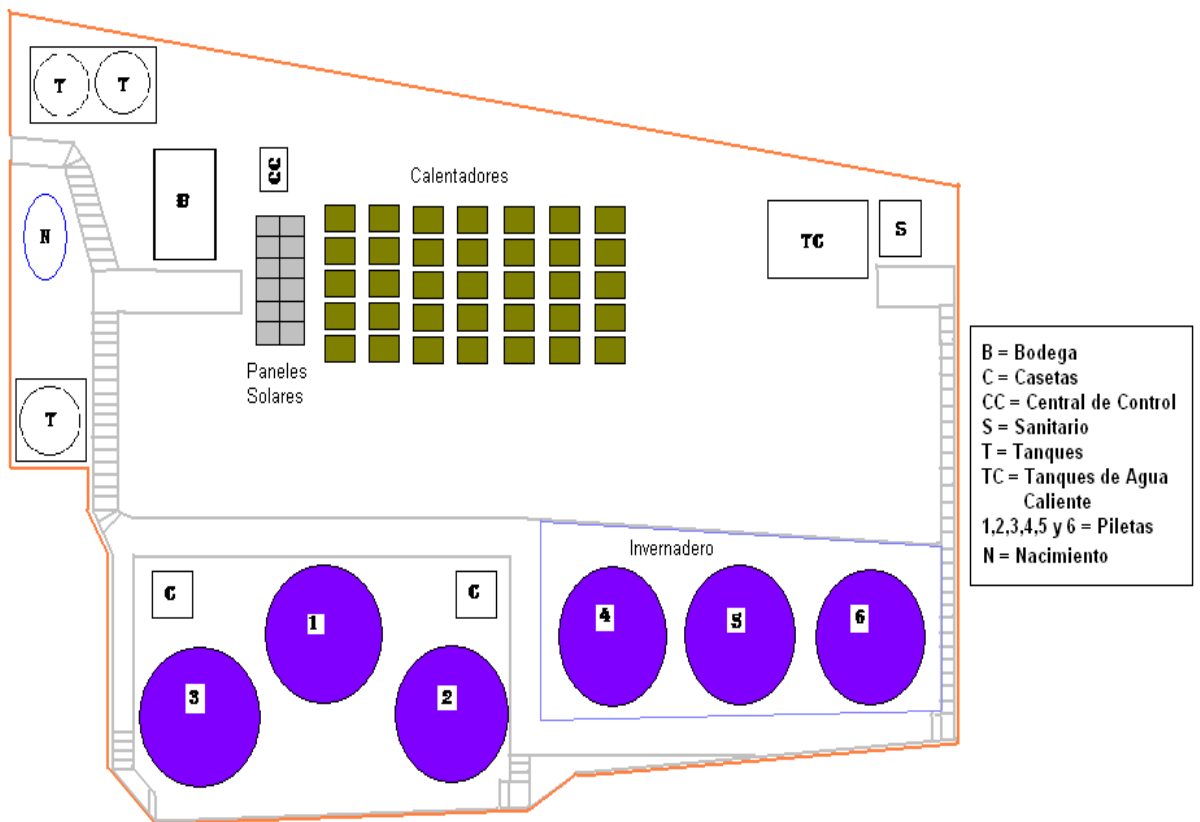


Figura N.1 “Croquis de la Estación Piscícola” (Trabajo de campo, 2011)

4. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

4.1 Organigrama y descripción de puestos.

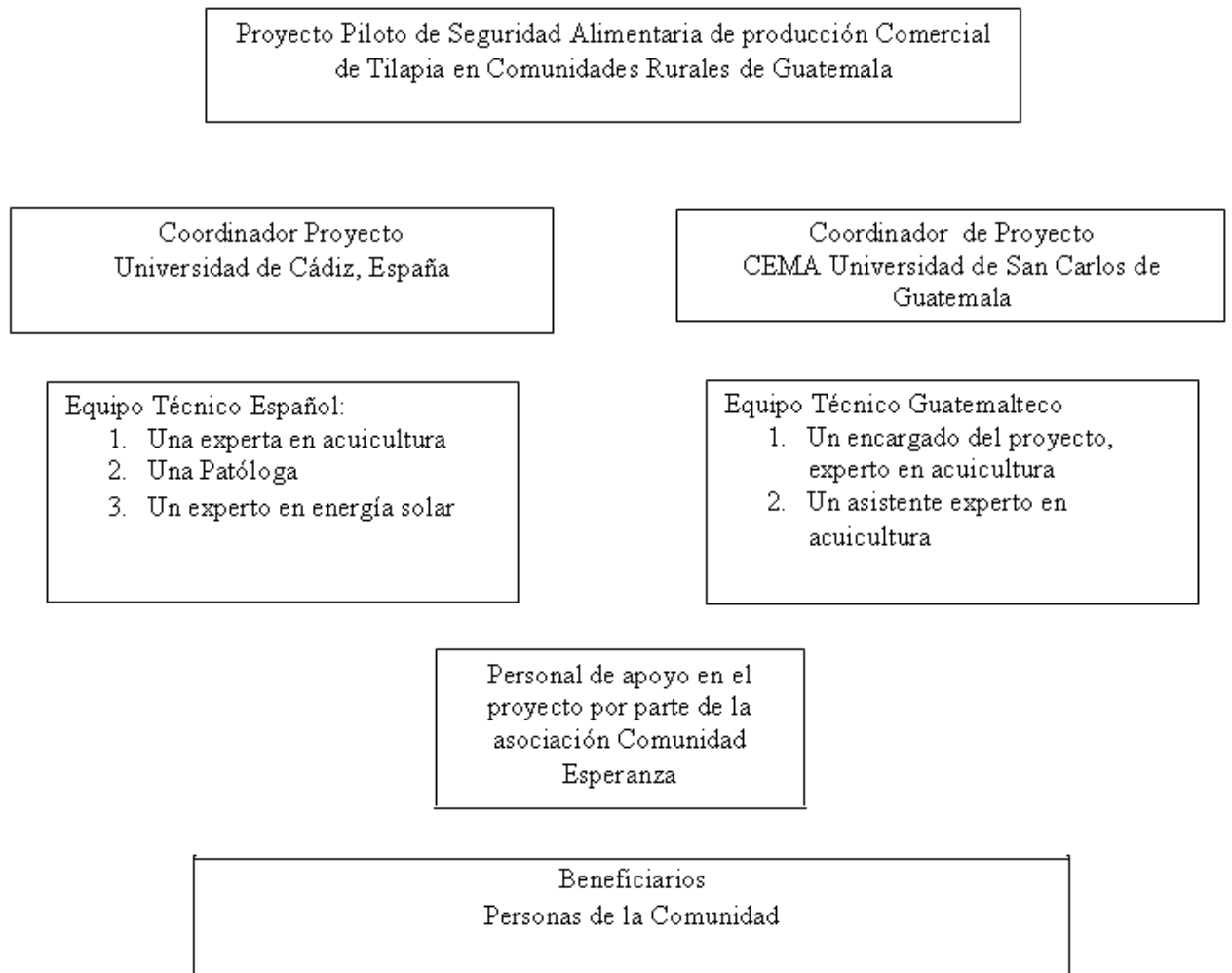


Figura N.2 “Organigrama de puestos” (García Chacón, 2008)

5. CARACTERÍSTICAS DE LA FUENTE DE AGUA

5.1 Fuente.

El agua utilizada para la Planta Piscícola se toma de un pozo en las cercanías del Río Cahabón, uno de los principales ríos de Guatemala que atraviesa gran parte del departamento de Alta Verapaz, con una longitud de 196 km. El Río Chabón nace en la Sierra de las Minas y su desembocadura es en el Río Polochic (INSIVUMEH, 2009).

5.2 Caudal.

El Caudal medio del Río Cahabón es de 164.2 m³/s. (INSIVUMEH, 2009).

5.3 Tipos y número de estanques.

En la Planta Piscícola Tzapineb se encuentran construidas tres piletas circulares para utilizar agua a temperatura ambiente, y otras tres piletas circulares ubicadas en el invernadero para aumentar la temperatura del agua. El diámetro de las piletas es de 5 m, y la altura de las paredes aproximadamente de 1.10 m; las piletas están hechas de block con acabados en las paredes y el piso de las piletas.



Figura N.3 “Estanques de la Planta Piscícola” (Trabajo de campo, 2011)

5.4 Tratamiento del agua de desfogue.

Para el desfogue, o descarte, del agua de las seis piletas de la Planta Piscícola, se encuentra construida una pileta cuadrada que sirve para captación, y con ésta misma agua proveniente de las piletas, se va a un sistema por goteo para regar las hortalizas sembradas por las personas de la Comunidad Nueva Esperanza.

5.5 Manejo general de los estanques.

Las seis piletas son circulares, construidas de block, con acabado en las paredes el fondo. Poseen un diámetro de 5 mt y una altura 1 m. Tres piletas se encuentran recubiertas en las paredes con fibra de vidrio para conservar la temperatura. Las tres piletas en funcionamiento en el área donde se utiliza el agua a temperatura ambiente, son abastecidas con agua de nacimientos cercanos a la Planta Piscícola, por medio de la gravedad, en tubos de pvc de 1”.

Las piletas poseen un sistema de rebalse para que el agua circule constantemente. Todos los días se le extraen las hojas de los árboles e insectos que lleguen a caer en las piletas.

5.6 Sistema de registro de parámetros de calidad de agua.

En el cuaderno de diario que se le pidió al PPS, se llevaba el registro de parámetros de calidad del agua. Estos datos se tomaban a las 8am, 10am, 12pm y 2pm.

6. ASPECTOS GENERALES DEL CULTIVO

6.1 Especies y líneas cultivadas.

Oreochromis niloticus, Tilapia Nilótica o gris (Morales, 2003).

6.2 Características biológicas de las especies y líneas cultivadas.

6.2.1 Biología.

La Tilapia gris, *O. niloticus*, es la especie más reconocida del género *Oreochromis*, caracterizada por poseer las mayores tasas de crecimiento y es la especie con mayor potencial acuícola. Presenta una coloración grisácea oscura, la aleta caudal tiene bandas verticales delgadas bien definidas; la parte anterior de la aleta dorsal y anal siempre es corta, y consta de varias espinas y en los machos la parte terminal de radios suaves suele ser muy pigmentada. Aleta dorsal con 16 ó 17 espinas y entre 11 y 15 rayos. La aleta anal tiene 3 espinas y 10 u 11 rayos. Aleta caudal trunca. La línea lateral se interrumpe. La boca es protráctil, por lo común ancha, con frecuencia bordeada por labios gruesos. Durante la temporada reproductiva adquiere tonalidades rojizas en el cuerpo y la cabeza, y se vuelven territoriales (Morales, 2003).

La tilapia nilótica, *Oreochromis niloticus*, es una especie tropical que vive de preferencia en aguas someras. Las temperaturas letales son: inferior a 11 – 12 °C y superior a 42 °C, entre las temperaturas óptimas donde se presentan mayores rendimientos de producción es entre 26 – 32 °C. Es una especie omnívora que se alimenta de fitoplancton, perifiton, plantas acuáticas, pequeños invertebrados, fauna béntica, desechos y capas bacterianas asociadas al detritus. (FAO, 2011).

La *O. niloticus* tiene la capacidad de vivir en ambientes adversos, ya que soporta ambientes salinos equivalentes al agua marina (eurihalinas), soporta bajas concentraciones de oxígeno disuelto en el agua.

Su metabolismo se adecúa a las condiciones ambientales, y posee la facultad de disminuir su consumo de oxígeno cuando la concentración en el medio donde se encuentre es inferior a 3 mg/l, pero si el tiempo de exposición a estas condiciones es prolongado, la tilapia no se alimenta con normalidad y su tasa de crecimiento se reduce significativamente (Iturbide, 2004).

La madurez sexual de la *O. niloticus* en estanques la alcanzan a la edad de 5 ó 6 meses. El desove inicia cuando la temperatura alcanza los 24 °C. Para la reproducción el macho establece un territorio y excava un nido en forma de cráter.

Después del desove de los huevos por parte de la hembra y la fertilización de los huevos por parte del macho, la hembra recoge los huevos en su boca y los incuba allí mismo, y libera a los alevines hasta que estos ya han absorbido el saco vitelino (FAO, 2011).

6.2.2 Taxonomía.

Taxonomía tilapia gris o nilótica, *Oreochromis niloticus*

Cuadro N.1 “Taxonomía de la tilapia gris”

Phylum	<i>Chordata</i>
Subphylum	<i>Vertebrata</i>
Superclase	<i>Gnathostomata</i>
Serie	<i>Pisces</i>
Clase	<i>Actinopterygii</i>
Orden	<i>Perciformes</i>
Suborden	<i>Percoidei</i>
Familia	<i>Cichlidae</i>
Género	<i>Oreochromis</i>
Especie	<i>niloticus</i>

Fuente: Morales, 2003.

6.2.3 Distribución geográfica.

La tilapia nilótica, *Oreochromis niloticus*, es un pez endémico de África, Jordania e Israel. La diseminación de la *O. niloticus* ocurrió durante la época de 1960 hasta los años 80's. La tilapia nilótica procedente de Japón se introdujo en Tailandia en 1965, y de ahí se envió a Filipinas. La tilapia nilótica procedente de Costa de Marfil se introdujo en Brasil en 1971 y de Brasil también se envió a Estados Unidos en 1974. En 1978, la tilapia nilótica se introdujo a China, actualmente el principal productor mundial (FAO, 2011).

Desde que la tilapia nilótica, *O. niloticus*, fue introducida en diversos países, su distribución es mundial y se cultiva principalmente en Israel, Brasil, Indonesia, Tailandia, China, Taiwán, Estados Unidos, Asia Suroriental, India, Panamá, Costa Rica, Honduras, Jamaica y México (Iturbide, 2004).

Entre las especies de interés comercial del género *Oreochromis* se encuentran: *O. aureus*, *O. nilotica*, *O. hornorum* y *O. mossambica*. Los híbridos que se han generado a partir del cruce de las especies antes descritas, presentan mayores tasas de crecimiento y mejor desarrollo. Las principales especies cultivadas en Guatemala son *O. aureus* y *O. niloticus*, éstas dos especies fueron introducidas al país en la década de los 60's y 70's, procedentes de Costa Rica, Estados Unidos, Honduras, El Salvador y Colombia (Iturbide, 2004).

6.3 Sistema de cultivo y /o proceso.

6.3.1 Parámetros ambientales.

- Temperatura: Existe mayor rendimiento y crecimiento en temperaturas que oscilan entre 20 °C y 34 °C, aunque soportan temperaturas menores (Alamilla Tovar, 2000).
- Salinidad: La *Oreochromis niloticus*, es una especie eurihalina, es decir, que puede soportar ambientes salinos muy parecidos al agua marina. (Alamilla Tovar, 2000).

- **Oxígeno Disuelto:** La tilapia nilótica puede soportar bajas concentraciones de oxígeno. Ello se debe a la capacidad de su sangre a saturarse de oxígeno aún cuando la presión parcial de este último sea baja. También posee la facultad de reducir su consumo de oxígeno cuando la concentración en el medio es baja (< 3 mg/l) (Alamilla Tovar, 2000).
- **pH:** El pH no tiene un efecto directo en la tilapia, sino más bien que favorece a la productividad natural. El rango conveniente para el cultivo de la tilapia nilótica oscila entre 7 y 8 (Alamilla Tovar, 2000).
- **Alcalinidad y Dureza:** Una alcalinidad superior a 175 mg CaCO₃/l (carbonato de calcio por litro) resulta perjudicial, debido a las formaciones calcáreas que se producen y que afectan tanto a la productividad del estanque como a los peces al dañar sus branquias. Una alcalinidad de aproximadamente 75 mg CaCO₃/l se considera adecuada y propicia para enriquecer la productividad del estanque. Si la dureza con la que cuentan las aguas es de 200 mg/l, esta dureza es muy alta, pero siendo la tilapia un organismo que aguanta condiciones extremas es posible que pueda estar sin ningún problema. Debido a que la dureza depende de los carbonatos presentes en el agua, el único método para poder eliminarla, sería calentando el agua, pero esto es económicamente imposible (Alamilla Tovar, 2000).
- **Turbidez:** La turbidez del agua tiene dos tipos de efectos: uno sobre el medio y se debe a la dispersión de la luz y el otro actúa de manera mecánica directamente sobre los peces. Al impedir la libre penetración de los rayos solares, la turbidez limita la productividad natural del estanque, lo que a su vez reduce la disponibilidad de alimento para la Tilapia. Es por ello que se recomienda que el agua de los estanques no sea turbia para que el fitoplancton se pueda desarrollar adecuadamente. Por otra parte, la materia coloidal en suspensión puede dañar físicamente las branquias de los peces provocando lesiones e infecciones. En caso de que las aguas sean demasiado turbias (>100 ppm) conviene propiciar su sedimentación previamente a su introducción a los estanques de cultivo, bien sea por medios físicos y/o químicos (Alamilla Tovar, 2000).

6.3.2 Hábitos alimenticios.

La tilapia gris, *Oreochromis niloticus*, es un pez omnívoro ya que se alimenta de fitoplancton, zooplancton, insectos, y otros organismos bentónicos; aunque tiene mayor tendencia hacia hábitos alimenticios herbívoros. También puede filtrar alimentos como partículas suspendidas, que atrapa en las mucosas de la cavidad bucal (FAO, 2011).

Las adaptaciones estructurales de la tilapia a esta dieta son principalmente un intestino largo y plegado, dientes bucales y faríngeos. Esta especie es de rápido crecimiento y alcanza tasas de crecimiento que superan los 3 gramos por día. Acepta muy bien el alimento artificial y contribuye a su crecimiento (Alamilla Tovar, 2000).

6.3.3 Reproducción.

La tilapia, *O. niloticus* presenta incubación maternal y cuidado de la cría. Los machos en época de reproducción excavan y hacen nidos en el fondo para atraer a la hembra, quien deposita los huevos en el nido para ser fertilizados por el macho. El número de huevos es proporcional al peso del cuerpo de la hembra. Si una hembra de 100 g desovarás aproximadamente 100 huevos.

La hembra incuba los huevos en su boca hasta que eclosionan, esto dura en 3 y 5 días; después de eclosionar los pececillos permanecen dentro de la boca de la hembra para refugiarse hasta que adquieren la facultad de nadar libremente, esto sucede entre 8 y 10 días después de la eclosión (Popma T; Green B, 1990).

La tilapia alcanza la madurez sexual en función de la edad, el tamaño y las condiciones medio ambientales. Alcanzan la madurez sexual alrededor de los 5 meses de edad con un peso aproximado de 150 a 200 gramos, esto está en función de la edad. Ya maduros hembras y machos, pueden reproducirse todo el año, siempre y cuando la temperatura sea mayor a 24 °C (Morales, 2003).

Los machos crecen más que las hembras, por lo tanto para la producción se hacen reversiones sexuales para conseguir en su mayoría un cultivo de solo machos para el engorde (Morales, 2003).

6.3.4 Reversión sexual.

Una producción monosexo, persigue producir poblaciones de un solo sexo, específicamente machos, ya que suelen crecer más que las hembras. La técnica más empleada en todo el mundo es la reversión o inversión sexual de la cría, la cual consiste en el suministro de hormonas (17-alfa-metiltestosterona) a través del alimento durante un período que dura normalmente entre 25 a 30 días. Para que sea eficiente la técnica del tratamiento hormonal, se requiere una longitud corporal del alevín no mayor de 14 mm para iniciar el tratamiento (Popma T; Green B, 1990).

La utilización de alevines reversados garantiza la rentabilidad de la producción, ya que reduce el período de cultivo, mejora la conversión alimenticia y favorece la homogeneidad de tallas en un cultivo. Siempre existe un bajo porcentaje de hembras, pero la reproducción es mínima y comúnmente no presenta problemas de sobrepoblación y endogamia en los sistemas de producción (Iturbide, 2004).

7. MANEJO GENERAL DE LA PRODUCCIÓN ACUÍCOLA

7.1 Manejo de la semilla y procedencia.

La semilla proviene de la Estación “Las Ninfas”, ubicada en el municipio de Amatitlán. Luego es trasladada en bolsas con 200 alevines cada una hasta la Estación Piscícola Tzapineb. En esta ocasión se sembraron 400 alevines en las piletas N.1 y N.4 con un peso promedio de 3.55g. (Trabajo de Campo, 2011)

7.2 Manejo del engorde.

Se les proporciona alimento a las tilapias según la etapa de crecimiento en que se encuentren y se realizan muestreos quincenales para llevar el control del crecimiento.

7.3 Manejo sanitario.

Luego de las cosechas, los estanques son limpiados con mucho cuidado a manera de evitar futuras infecciones.

8 MANEJO DEL ALIMENTO

8.1 Control de calidad.

La calidad del alimento se conoce previamente debido a que se adquiere alimento de marca conocida y en un distribuidor conocido.

8.2 Condiciones y tiempo de almacenamiento.

El alimento se almacena en la bodega teniendo los cuidados de no dejarlos sobre el suelo debido a que en la Estación Piscícola hay mucho insecto. Además se trata de que el alimento permanezca siempre seco y los sacos cerrados para evitar contaminación por hongos. El alimento se almacena en el tiempo en que es consumido por los peces, y cuando está a punto de acabarse, se manda a traer más alimento para evitar periodos largos de almacenamiento.

8.3 Manejo durante el transporte.

Durante el transporte, se tienen todos los cuidados necesarios para evitar el deterioro del alimento.

8.4 Tipo de alimento utilizado en las diferentes etapas de producción.

Cuadro N.2 “Tipos de alimento”

Etapa de crecimiento	Tipo de alimento
Alevín	40% de proteína
Juvenil	38% de proteína
Adulto	32% de proteína

Fuente: Trabajo de campo, 2011

9 SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN

9.1 Alimentadores.

Las personas encargadas de la alimentación son las familias de la comunidad. Se turnan por día para realizar esta actividad. En esta actividad, participan en especial las mujeres de la comunidad, aunque muchas veces participan los señores o los hijos mayores.

9.2 Registro de consumo de alimento.

Diariamente, por cada hora de alimentación, se pesa el alimento a dar siendo los siguientes:

Cuadro N.3 “Tipo y Cantidad de alimento dado”

Etapa de crecimiento	Tipo de alimento	Cantidad de alimento dado por ración
Alevín	40% de proteína	62.2g
Juvenil	38% de proteína	105.5g
Adulto	32% de proteína	105.5g

Fuente: Trabajo de campo, 2011

Dependiendo del clima y del apetito de las tilapias, se les daba alimento al voleo procurando que se les diera sólo lo necesario. En caso de haber clima muy frío o de que las tilapias no se alimenten bien, se pesa el alimento sobrante y se realiza la siguiente operación matemática:

$$A_i - A_f = A_c$$

Donde A_i es el Alimento inicial, el cual se pesa previamente. A_f es el alimento final o “lo que sobra”; y A_c es el alimento consumido.

9.3 Tablas utilizadas.

Se utilizan las tablas comerciales recomendadas para los cultivos de tilapia.

9.4 Horario y frecuencia alimenticia.

Se alimentan 3 veces al día, en horario de 8am, 12pm y 4pm.

9.5 Relación temperatura/alimento.

De acuerdo a la temperatura del agua más el clima que se presente, se estima la cantidad de alimento a dar por medio de la observación directa. Normalmente, si la temperatura del agua es fría y el clima es adverso a las condiciones óptimas que requiere la tilapia, se le da menor cantidad de alimento.

9.6 Características nutricionales del alimento vrs. requerimiento del cultivo.

Debido a que la Estación Piscícola se encuentra en un área de clima frío, al cultivo se le provee mayor porcentaje de proteína al que se usa usualmente en el mercado, buscando la manera de compensar los requerimientos nutricionales de los organismos.

9.7 Ganancia diaria de peso.

Cuadro N.4 “Ganancia diaria de peso”

Pileta No.	Peso inicial (g)	Peso final/muestreo(g)	Días de cultivo	Ganancia diaria de peso (g)
1	3.55	145.15	218	0.649
2	3.55	103.02	196	0.507
3	3.55	56.02	179	0.293
4	3.55	145.15	218	0.649
5	3.55	106.8	196	0.527
6	3.55	54.26	179	0.283

Fuente: Trabajo de campo, 2011

9.8 Conversión alimenticia.

FCA Pileta 1: 1.52

FCA Pileta 2: 1.95

FCA Pileta 3: 3.37

FCA Pileta 4: 1.52

FCA Pileta 5: 1.87

FCA Pileta6: 3.49

9.9 Peso a la cosecha.

El peso promedio en la cosecha fue de 5.12 onzas (145.15g) por pez.

9.10 Duración del período del cultivo.

La duración del período de cultivo es de aproximadamente 7 meses.

9.11 Precio de venta.

El precio de venta es de Q15 la libra, un precio bastante común en la región de las Verapaces.

10 COSECHA

10.1 Determinación del momento de la cosecha.

El momento de la cosecha se determina realizando un muestreo. Si los organismos ya están en un peso adecuado para la venta, se realiza la cosecha.

10.2 Procedimiento de la cosecha.

Luego de determinada la cosecha, esta se realiza por la mañana a fin de que el pescado aumente su período de frescura. Para comenzar, se baja el nivel del agua hasta el punto en el que es más fácil cosechar los peces. Luego se procede a la extracción de los peces y se depositan en una hielera donde los peces son sacrificados por medio de shock térmico.

10.3 Personal y equipo utilizado.

El personal encargado de la cosecha son los jóvenes de la comunidad, a quienes se les avisa con anticipación para que en sus trabajos pidan permiso para llegar tarde. El equipo utilizado es una hielera para almacenar los peces; canastos para extraer los peces, aunque deberían usar un trasmallo pero a ellos se les facilita el uso de los canastos.

10.4 Manejo post-cosecha.

Pasada la cosecha, el producto es llevado en hielera al área donde se procesan para que estén listos para la venta. En la Estación, se procede a la limpieza de los estanques para su próxima siembra.

10.5 Procesamiento.

El pescado es eviscerado y descamado en la pila de una de las casas, la cual es previamente limpiada para evitar infecciones. Posteriormente, se preparan los pedidos que los clientes desean.



Figura N.4 “Jóvenes de la comunidad cosechando” (Trabajo de campo, 2011)

11 COMERCIALIZACIÓN

11.1 Mercado objetivo.

El mercado objetivo son la personas de las distintas comunidades de Chicoj y a personas del Colegio Nuestra Señora de la Esperanza.

11.2 Presentación del producto.

La presentación del producto es un pescado fresco, eviscerado y escamado.

11.3 Precio de venta.

El producto final es vendido a Q15 la libra. Este precio es uno medio en el área de las Verapaces.

11.4 Plan de mercadeo.

El plan de mercadeo consiste en, una vez determinada la fecha de cosecha, llamar a los clientes para avisar que se tendrá pescado para una fecha determinada y realizar los pedidos en ese mismo instante si el cliente está interesado en comprar.



Figura N.5 “Comercialización del pescado” (Trabajo de campo, 2011)

12 CONCLUSIONES

- La calidad de vida de la Comunidad Nueva Esperanza ha mejorado gracias al proyecto piloto de seguridad alimentaria.
- El bienestar de la Comunidad Nueva Esperanza ha mejorado gracias al trabajo comunitario y a la asesoría brindada.
- Las tilapias se han adaptado muy bien a las condiciones climáticas propias de Alta Verapaz, demostrando un buen crecimiento y resistencia a factores adversos a los óptimos propuestos en la literatura.

13 RECOMENDACIONES

- Mejorar y afinar el sistema de calentamiento de agua para hacer que trabaje de manera eficaz.
- Seguir y mejorar el apoyo brindado a las personas de la Comunidad Nueva Esperanza para mejorar aún más su calidad de vida.
- Mejorar el sistema de abastecimiento de agua para lograr así una mayor producción.

14 BIBLIOGRAFIA

1. Alamilla Tovar, HA. 2000. La tilapia (en línea). México, Zoetecnocampo. Consultado 5 ene. 2012. Disponible en <http://www.zoetecnocampo.com/Documentos/tilapia/tilapia.htm#5>
2. García Chacón, PJ. 2008. Organigrama de Proyecto Piloto de Seguridad Alimentaria de producción comercial de tilapia en comunidades rurales de Guatemala. Guatemala, CONCYT. 20 p.
3. INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, GT). 2010. Ministerio de Comunicaciones Infraestructura y Vivienda: estación Cobán (en línea). Guatemala, INSIVUMEH. Consultado 5 ene. 2012. Disponible en <http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/ESTACIONES/ALTA%20VERAPAZ/COBAN%20PARAMETROS.htm>
4. _____. 2009. Ministerio de Comunicaciones Infraestructura y Vivienda: Programa de Hidrología (en línea). Guatemala, INSIVUMEH. Consultado 5 ene. 2012. Disponible en http://www.insivumeh.gob.gt/hidrologia/rios_de_guatemala.htm
5. Iturbide Dormon, K. 2004. Impacto de la Estación Acuícola de Amatitlán en el desarrollo de la Tilapicultura en Guatemala. Tesis Lic. Acuicultura. Guatemala, USAC. 40 p.
6. Melgar Ceballos, M. 2008. Caracterización del departamento de Alta Verapaz (en línea). Guatemala, Gestipolis1. Consultado 5 ene. 2012. Disponible en <http://www.gestipolis1.com/recursos7/Docs/ger/medio-ambiente-y-manejo-de-recursos-naturales.htm>

7. Morales Díaz, A. 2003. Biología, cultivo y comercialización de la tilapia. México, AGT Editor. 205 p.

8. Popma, T; Green, B. 1990. Manual de producción acuícola: reversión sexual de tilapia en lagunas de tierra. Alabama, Universidad de Auburn. 34 p.

9. ANEXOS

Jueves 10/11	$P_H = 8 \text{ muertos} + 1 + 1$			
8am	$E_1 = 19.2$	$E_2 = 20.1$	$E_3 = 20.1$	$E_4 = 21.6$
	$E_5 = 21.3$	$E_6 = 21.3$	$P_{H1} = 6.70$	$P_{H2} = 6.75$
	$A_1 = 62.7$	$A_2 = 105.5$	$A_3 = 105.5$	$A_4 = 62.7$
	$A_5 = 82.3$	$A_6 = 40.8$		
10am	$E_1 = 19.3$	$E_2 = 20.1$	$E_3 = 20.2$	$E_4 = 21.7$
	$E_5 = 21.6$	$E_6 = 21.3$		
2pm	$E_1 = 19.4$	$E_2 = 20.2$	$E_3 = 20.2$	$E_4 = 21.7$
	$E_5 = 21.6$	$E_6 = 21.3$	$A_1 = 67.2$	$A_2 = 69.7$
	$A_3 = 64.5$	$A_4 = 62.2$	$A_5 = 53.9$	$A_6 = 0$
4pm	$E_1 = 19.5$	$E_2 = 20.3$	$E_3 = 20.3$	$E_4 = 21.8$
	$E_5 = 21.7$	$E_6 = 21.4$	$P_{H1} = 7.54$	$P_{H2} = 6.68$
6pm	$A_1 = 62.2$	$A_2 = 105.5$	$A_3 = 105.5$	$A_4 = 62.2$
	$A_5 = 80.1$	$A_6 = 58.3$		
Viernes 11/11/2011	Muertos = 3			
8am	$E_1 = 18.9$	$E_2 = 19.6$	$E_3 = 19.6$	$E_4 = 21.2$
	$E_5 = 21.1$	$E_6 = 20.8$	$P_{H1} = 6.93$	$P_{H2} = 6.77$
	$A_1 = 62.2$	$A_2 = 59.5$	$A_3 = 45.5$	$A_4 = 62.2$
	$A_5 = 50.5$	$A_6 = 39.2$		
10am	$E_1 = 19.1$	$E_2 = 19.6$	$E_3 = 19.5$	$E_4 = 21.7$
	$E_5 = 21.1$	$E_6 = 20.8$		
2pm	$E_1 = 19.7$	$E_2 = 19.6$	$E_3 = 19.6$	$E_4 = 21.7$
	$E_5 = 21.1$	$E_6 = 20.9$	$A_1 = 67.2$	$A_2 = 28$

Anexo N.1 "Control de temperatura, alimento y pH"

U.	Muestra talla	Pc Peso	Ni	talla	Peso g
2	13	57.5	22	8	17.6
3	15	80	23	10.5	88.8
4	7.5	12.2	24	15	74.2
5	10	26.2	25	10	87.3
6	19	48.3	26	12	85.6
7	7	14.9	27	16	80.6
8	11	44	28	14	70.2
9	11	35	29	11	36.6
10	9	27	30	15	67.3
11	13	50.6	Prom	12	54.26
12	20	155			
13	11	34.3			
14	9	17.8			
15	10	16			
16	13	46.3			
17	14	62.5			
18	16	88.1			
19	12	36.9			
20	14.5	61.5			

Anexo N.2 "Muestreo"

Muestra Siembra

N.	Peso (gr)	Talla (cm)
1	3.2	5
2	3.7	5.5
3	3.4	5.8
4	4.8	6.2
5	2.7	5
6	1.9	4.5
7	4.2	6
8	4.2	6.5
9	4.9	7
10	2.5	5.5
Prom	<u>3.55</u> g	<u>5.8</u>

Anexo N.3 "Muestreo de siembra"